

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

GRAFICKÁ UŽIVATELSKÁ ROZHRANÍ PRO MOBILNÍ ZAŘÍZENÍ

GRAPHICAL USER INTERFACES FOR MOBILE DEVICES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL VALA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. RADEK POLIŠČUK, PH.D.

BRNO 2013

ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

(na místo tohoto listu vložte originál a nebo kopii zadání Vaš práce)

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá grafickými uživatelskými rozhraními mobilních zařízení. V první části shrnuje historii vývoje grafických rozhraní, mobilních zařízení a platforem. Navazuje popisem a srovnáním hlavních platforem současnosti a na závěr představuje vývoj aplikace pro iOS a multiplatformní vývoj pomocí technologie PhoneGap.

ABSTRACT

This bachelor's thesis is focused on graphical user interfaces for mobile devices. It shows the history of development of graphical interfaces, mobile devices and platforms. In the next part it describes main mobile platforms of modern-day. In the last part it shows development for iOS and multiplatform technology PhoneGap.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mobilní zařízení, iOS, Android, BlackBerry, WindowsPhone, Symbian

KEYWORDS

Mobile devices, iOS, Android, BlackBerry, WindowsPhone, Symbian

PROHLÁŠENÍ O ORIGINALITĚ

Tímto prohlašuji, že předloženou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedených zdrojů a na základě konzultací s vedoucím práce Ing. Radkem Poliščukem, Ph.D.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VALA, Michal. Grafická uživatelská rozhraní pro mobilní zařízení. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 48 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radek Poliščuk, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych rád poděkoval svému vedoucímu Ing. Radkovi Poliščukovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky a především ochotu a vstřícnost při tvorbě této práce.

Obsah:

	Zadání závěrečné práce.....	5
	Abstrakt.....	7
	Prohlášení o originalitě.....	9
1	Úvod.....	13
2	Vývoj mobilních GUI.....	15
2.1	Vývoj mobilních zařízení a jejich GUI.....	15
2.2	Současnost v mobilních zařízení a jejich GUI.....	17
2.3	Krátká historie hlavních platforem.....	18
2.3.1	Symbian.....	18
2.3.2	BlackBerry OS.....	19
2.3.3	WindowsPhone.....	19
2.3.4	Android.....	19
2.3.5	iOS.....	20
3	Aktuálně používaná mobilní GUI.....	21
3.1	BlackBerry OS.....	21
3.2	Windows Phone.....	23
3.3	Android.....	27
3.4	iOS.....	31
4	Prostředky pro vývoj aplikací.....	37
4.1	iOS.....	37
4.2	Multiplatformní vývoj.....	40
5	Závěr.....	43
	Seznam použité literatury.....	45

1 ÚVOD

Ovládání počítačů pomocí grafických uživatelských rozhraní je v dnešní době dominantní. S rostoucí využitelností mobilních zařízení se GUI stává stále důležitějším oborem i pro tento typ přístrojů. Práce si proto klade za cíl zmapovat historii vývoje GUI a mobilních zařízení obecně.

Toto téma jsem si vybral z důvodů zájmu o vývoj aplikací, kde dle mého názoru budou hrát mobilní aplikace stále důležitější roli, a informační technologie obecně. Samotným vývojem pro mobilní telefony se zabývám asi rok, především pro systémy iOS a Android. Pracoval jsem na řadě projektů zahrnující jednu nativní aplikaci pro iOS a několik multiplatformních pomocí technologie PhoneGap, které jsou často zákazníky žádány z důvodů nižší ceny. PhoneGap představuje značnou výhodu pro webového vývojáře, protože využívá těchto technologií. Na druhou stranu čistě nativní aplikace na iOS jsou vyvíjeny v jazyce odvozeném od klasického C[1] a rozšiřuje ho o objektové možnosti. Jedná se o jazyk Objective-C[2], který je sám o sobě poměrně náročný a rozhodně méně dostupný než JavaScript. Po překonání prvních obtížných kroků je ale vývojář odměněn pohodlným vývojem s kvalitní dokumentací a výborným vývojovým prostředím Xcode s řadou ladících nástrojů a kvalitním a rychlým simulátorem iPhone a iPad.

První část práce se bude zabývat historií vývoje mobilních zařízení, používaných platforma jejich GUI. Jde především o některé významné platformy, které sehrály ve vývoji důležitou roli. Jako první mobilní operační systém nebude chybět EPOC od společnosti Psion, který nevědomky nastavil řadu zvyklostí, kterých se využívá dodnes. Zmíněn bude i první „smartphone“ IBM Simon, který byl už v roce 1994 koncepčně shodný s dnešními přístroji. Dotyky ale na nějakou dobu nahradily klávesy a především Symbian, který byl pokračováním systému EPOC, prakticky jen přejmenovaná jeho další verze EPOC32. Nastíněn bude i vývoj tabletů v podobě zařízení Apple Newton a PalmPilot. Oba tyto přístroje uměly rozpoznávat rukou psané písmo, které se ale dnes již prakticky nevyužívá. Funkčně byly opět podobně vybavené jako dnešní tablety a nastartovaly trh zařízení PDA. Konec první části stručně shrne historii současných systémů. Zvoleny byly čtyři současně nejpoužívanější mobilní operační systémy v podobě BlackBerry OS, WindowsPhone, iOS a Android. V jejich současné podobě jde o velmi mladé systémy. Nejstarší z nich je iOS z roku 2007. Současné BlackBerry 10 a WindowsPhone se svými předchůdci nemají prakticky nic společného. Android se pak objevil na prvním mobilním telefonu HTC Dream až rok po vydání iPhone.

Druhá část práce se potom bude soustředit na popis a porovnání současných mobilních platform a jejich GUI, především na jejich charakteristické grafické rysy prostředí a způsob ovládání a jejich klíčové funkce a vlastnosti. Opět půjde o čtyři hlavní systémy, tedy BlackBerry OS, WindowsPhone, iOS a Android. U BlackBerry to budou především jeho prvky zvyšující efektivitu, především správa multitaskingu a komunikační nástroj „BlackBerry Hub“ a také jeho specifická gesta. Jako jediný se například neprobouzí hardwarovým tlačítkem. WindowsPhone vyniká hlavně svým úsporným designem v podobě jednoduchých barevných dlaždic a silné orientaci na typografii. Android je jako jediný ze systémů „Open Source“. To je bohužel jedním z hlavních důvodů jeho typické roztržitosti. Google se ale poslední dobou snaží určovat pravidla, která by měla celkově sjednotit prostředí systému a budou zde rovněž popsána. Apple má naopak vývoj svého iOS zcela ve svých rukou a to včetně všech zařízení. Nastíněny tak budou základní prvky například v podobě charakteristické matice ikon aplikací na hlavní obrazovce. Ukázány budou dva typy přístupů k designu aplikací pro iOS typické. Prvním je konzervativnější přístup složený z klasických tlačítek, lišt, seznamů, přepínačů a podobně. Druhým typem je potom aplikace svým designem napodobující reálné předměty jako například polici s knihami či mikrofon.

V poslední části práce naznačí, jak může vypadat vývoj aplikace pro iOS a na jednoduché ukázkové aplikaci krátce demonstuje možnosti moderního vývojového prostředí Xcode. Zhodnoceno bude pohodlí vývoje pro tuto platformu jak v pozitivním tak negativním smyslu. Bakalářská práce také umožní nahlédnutí do multiplatformního vývoje pomocí technologie PhoneGap, a to rovněž s ukázkovou aplikací běžící na iOS a Android. Využívány jsou zde webové technologie v podobě HTML5, CSS a především JavaScript, pomocí jehož zpětných volání z nativního kódu probíhá komunikace s hardwarem přístroje. Využit bude i mobilní JavaScriptový a grafický framework jQuery Mobile. Jak nativní tak multiplatformní aplikace budou v podobě zdrojových kódů dostupné pro studijní účely na Ústavu automatizace a informatiky na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně.

2 Vývoj mobilních GUI

V prvé řadě je důležité uvést co vlastně grafické uživatelské rozhraní (dále GUI) je. GUI se dá charakterizovat jako rozhraní, sloužící k interakci s elektronickými zařízeními pomocí grafických prvků. Před ním se k ovládání počítačů používalo většinou CLI (Command Line Interface), kdy komunikace s uživatelem probíhala pomocí textového rozhraní a zadávání textových příkazů.

S postupným rozšířením počítačů mezi netechnicky vzdělané uživatele rostly nároky na přívětivost a intuitivnost a proto se začala objevovat první grafická uživatelská rozhraní. K ovládání se většinou používala myš, která je poměrně přesná a proto mohly být ovládací prvky relativně malé. S postupnou miniaturizací a hledání nových cest jak počítače ovládat vznikají nové požadavky na GUI.

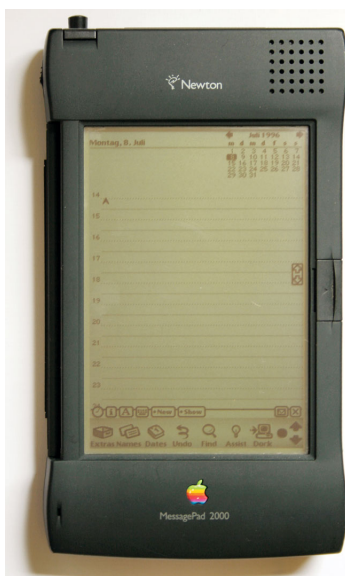
Významnou část trhu dnes tvoří právě mobilní zařízení. Mezi ně patří bezpochyby notebooky, navigace, hudební přehrávače, digitální fotoaparáty a další. Těmi se ale zabývat nebudeme. Cílem práce je shrnout stav mezi mobilními telefony a tablety současnosti. Ve vývoji těchto systémů nelze ovšem zapomenout především na PDA, které jsou dnes již prakticky mrtvou platformou, ve vývoji GUI ale sehrály důležitou roli.

2.1 Vývoj mobilních zařízení a jejich GUI

Historie mobilních zařízení je velmi bohatá. Práce je ovšem zaměřena především na současné technologie a proto popisuje jen několik významných přístrojů či systémů, které se podepsaly na podobě dnešních zařízení, tedy především těch s dotykovými displeji, ale i některými pokrokovými mobilními telefony.

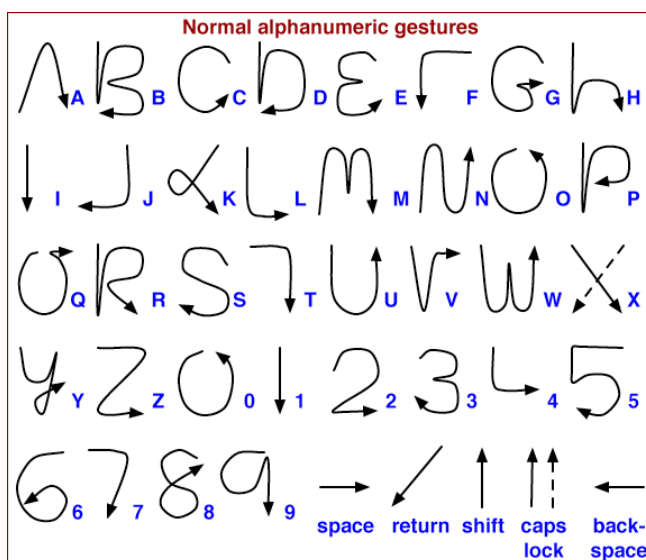
Jako první mobilní OS se označuje EPOC od společnosti Psion, která v roce 1984 uvedla svůj The Organiser I. Svým vzhledem připomínal kalkulačku. Měl dvouřádkový displej a ovládal se pomocí klávesnice. EPOC byl později přejmenován na Symbian, který byl jedním z nejvýznamnějších systémů na klávesami ovládaných mobilních telefonech.

Společnost Apple v práci zazní vícekrát a i zde sehrála důležitou roli. Apple Inc. byla založena v roce 1976 a do světa mobilních zařízení se zapsala v roce 1993 svým produktem Apple Newton. Použit byl rezistivní, monochromatický displej a k ovládání sloužil stylus. Na zařízení běžel Newton OS, který byl na svou dobu velmi vyspělý. Hlavní aplikací byl pokročilý poznámkový blok, který umožňoval psaní pomocí rozpoznávání rukou psaného písma či virtuální klávesnicí, obsahoval funkce jako krok zpět či „copy and paste“. Uměl pracovat s vektorovou grafikou, rozpoznávat tvary. Ovládání probíhalo pomocí speciálních gest, například pro smazání textu stačilo přeškrtnat slovo či písmeno, nebo pro označení podržet pero chvíli na místě a potom slovo přeškrtnout. Newton měl dále vestavěné aplikace jako hodiny, kalendář, kalkulačka, adresář či čtečku elektronických knih a umožňoval instalaci dalších aplikací. K rozpoznávání písma byla použita technologie CalliGrapher od společnosti ParaGraph International Inc. Rozpoznávání textu fungovalo po celé ploše displeje a psát bylo možné celá slova. Technologie byla integrována přímo do OS. Používat ji tedy mohli snadno i vývojáři třetích stran. Pro Newton OS lze psát aplikace v jazyce C++, ale byl vyvinut i speciální skriptovací jazyk NewtonScript. I přes všechny tyto a i další, na tehdejší dobu vyjímečné, technologické vymoženosti, Apple Newton příliš úspěšný nebyl.



Obr. 1 Aplikace kalendáře Dates na Apple Newton MessagePad 2000

V historii vývoje mobilních zařízení nelze opomenout společnost Palm. Palm Computing Inc. byla založena v roce 1992 a v roce 1996 představila svůj první kapesní počítač PalmPilot. Stejně jak u zařízení Applu, byl použit rezistivní displej ovládaný stylusem. Na zařízení běžel PalmOS, který byl vyvíjen až do roku 2007 a sehrál důležitou roli v historii vývoje mobilních GUI. Po celou dobu vývoje si uchovával základní charakteristické prvky a podléhal spíše evolučním změnám, jako přechod k barvám, přizpůsobení vyšším rozlišením a podobně. K základní navigaci sloužily relativně velké ikony s popiskem, rozmístěné ve čtvercové mřížce. Těchto prvků se využívá dodnes u nejpoužívanějších mobilních OS, iOS a Android. Ovládání stylusem umožňovalo manipulovat s drobnými ovládacími prvky, jako jsou například rozbalovací seznamy, inkrementační a dekrementační šipky, scrollbar a další. K psaní textu používal technologii Graffiti, u které se Palm částečně inspiroval od Xeroxu. Ve spodní části obrazovky se nacházel vymezený prostor pro provádění gest. Tato gesta byla odvozena od tiskacích písmen latinské abecedy, tedy běžně používané v anglicky mluvících zemích. Psaní tedy probíhalo jako psaní jednotlivých velkých tiskacích písmen stylusem na displej přístroje.



Obr. 2 Gesta technologie Graffiti, používaná k rozpoznávání písma

V současné době jsou nejvýznamnější platformou mobilní telefony. Jejich rozvoj v Evropě začal v devadesátých letech minulého století, kdy v roce 1991 byla vybudována první GSM síť ve Finsku. U zařízeních této doby můžeme těžko hovořit o GUI. Rozhraní bylo většinou textové a nabídkami, pokud nějaké byly, se pohybovalo vertikálními kurzorovými šipkami.

I v této době se ale objevilo několik velmi pokrokových zařízení. V srpnu roku 1994 společnost IBM představila IBM Simon, který bývá označován jako první smartphone. Měl velký 4,5 palcový monochromatický displej ovládaný stylusem. Běžel na něm operační systém ROM-DOS, což byl systém od společnosti Datalight určený pro embedded zařízení. Byl vybaven funkcemi jako adresář, kalendář, poznámky a dokonce i webový prohlížeč, čili na svou dobu velmi pokročilé funkce. GUI se skládalo s převážně obdélníkových tlačítek s textem, ale objevily se i grafické ikony, například pro aplikace. Podobné zařízení měla Nokia s úspěšnou řadou 9000, které vsázely na vyklápěcí tělo telefonu s QWERTY klávesnicí a OS GEOS a později Symbian Series 80.



Obr. 3 Smartphone IBM Simon

2.2 Současnost v mobilních zařízeních a jejich GUI

V současné době se mobilní zařízení dají rozdělit na ty s operačním systémem a bez operačního systému. V současné době trend směřuje k chytrým telefonům, kdy i přístroje v nižší cenové hladině jsou dostatečně výkonné pro běh operačního systému.

U zařízení bez OS lze kvůli jejich rozříztěnosti těžko hodnotit GUI. V současné době jsou téměř všechny vybaveny barevným displejem a ovládané numerickou klávesnicí a kurzorovými šipkami, pro navigaci v nabídkách. Pro hlavní nabídku je často použita matice ikon, nabízející funkce telefonu. Mnohé nabízejí i pokročilejší funkce jako webový prohlížeč, hudební přehrávač, fotoaparát a podobně. Díky jejich různorodosti se v této práci, která je orientována především na operační systémy, nemá smysl pouštět dále do hloubky.



Obr. 4 Matice ikon v hlavní nabídce mobilního telefonu Nokia 101

Mezi operačními systémy jsou v současné době nejvýznamnější iOS od společnosti Apple a Android od Google. Nemalý význam mají nyní Windows Phone od Microsoft a BlackBerry OS od společnosti RIM. Všechny hlavní platformy vsází na dotykové ovládání prsty, to znamená, že zařízení jsou vybavena velkými, barevnými, kapacitními displeji. Některá zařízení, jako například BlackBerry Q10 či Sony Ericsson Xperia pro, disponují hardwarovou QWERTY klávesnicí. Ovládání prsty jsou přizpůsobeny ovládací prvky. Tlačítka či ikony bývají zhruba v rozměrech plochy dotyku prstu, řádky v seznamech jsou poměrně vysoké a posouvateľné dotykem a pohybem prstu, k vyvolání určitých funkcí jsou využívána speciální gesta. Každý systém má svá specifika a práce se jimi podrobněji zabývá v dalších kapitolách.

2.3 Krátká historie hlavních platforem

Dá se říct, že současnou podobu mobilních telefonů odstartoval v roce 2007 Apple se svým komerčně úspěšným iPhone. Dominantní dotykový displej ovládaný prsty a minimum hardwarových tlačítek. To je základní charakteristika většiny dnešních zařízení. Na poli tabletů trh nastartoval opět Apple v roce 2010, kdy vydal první generaci svého tabletu iPad. Na rozdíl od uzavřeného iOS, který běží jen na zařízeních Apple, Android od Google používá mnoho různých výrobců ve svých telefonech či tabletech.

2.3.1 Symbian

V roce 1998 spojením společností Psion, Ericsson, Motorola a Nokia vznikla společnost Symbian Ltd. [3]. V roce 2008 se z ní stala nezisková organizace Symbian Foundation, která sama nikdy OS nevyvíjela, ale sdružovala a podporovala ve vývoji a podpoře Symbianu přes 200 dalších společností z různých oblastí od výrobců zařízení (např. Nokia, Fujitsu) přes mobilní operátory (např. Vodafone, AT&T) až po finanční společnosti (např. Visa). V roce 2010 byly zdrojové kódy zveřejněny jako Open Source.[4] Největší měrou se na úspěchu i vývoji Symbianu podílela Nokia, pro kterou byl do roku 2011 hlavním operačním systémem mobilních telefonů. Její přechod k Windows Phone znamenal prudký úpadek pro Symbian, který byl tu dobu již za svým vrcholem. Dnes již přežívá pouze ze setrvačnosti, ale je stále podporován. Poslední stabilní verze vyšla v říjnu roku 2012.[3]

Původní 16-bitový operační systém EPOC, později EPOC16, byl vyvinut firmou Psion v osmdesátých letech. Vývoj 32-bitového systému EPOC32 započal v roce 1994 a první verze přišla se zařízením Psion Series 5 v roce 1997. Od verze 6 byl již systém známý jako Symbian OS. [7] Nyní je ve verzi 10.1, známé jako Nokia Belle.[6] Ačkoliv měl Symbian vždy své nativní uživatelské rozhraní AVKON, známé spíše jako Series 60 nebo S60,[8] byla pro něj vyvinuta řada dalších.[6]

Series 80, známá jako Crystal, bylo rozhraní určené pro telefony Nokia s výklopnou konstrukcí na delší straně, QWERTY klávesnicí a širokým displejem s rozlišením 640×200 pixelů. Používalo jej 5 modelů[9] a graficky i funkčně šlo de-facto o původní EPOC 32. Ovládání klávesnicí nekladlo příliš nároky na rozměry jednotlivých prvků GUI. Hlavní část obsahu se nacházela uprostřed obrazovky, po stranách pak byly ovládací nabídka pro tlačítka u pravé strany displeje a informační prvky jako síla signálu, indikátor nabití baterie, hodiny či ikona právě spuštěné aplikace. Horní řada klávesnice sloužila ke spouštění vestavěných aplikací jako kalendář, adresář či webový prohlížeč.

UIQ (User Interface Quartz) bylo další rozhraní využívané především na zařízeních Sony Ericsson, ale používalo jej i několik modelů firem Motorola, Benq, Arim a Nokia.[10] Za vývojem stála společnost UIQ Technology, která byla vlastněna společnostmi Motorola a Sony Ericsson. Nokia prostřednictvím Symbian Foundation úspěšně protlačovala svůj S60 a začátkem roku UIQ Technology vyhlásilo bankrot.[11] Rozhraní bylo použito jak

na zařízeních s číselnou či QWERTY klávesnicí, tak na modelech ovládaných stylusem. Základní rozvržení plochy je orientováno na výšku s dynamickými tlačítky na spodní straně displeje. Hlavní nabídka se skládá z matice ikon. Pro vývoj sloužilo Symbian/SDK v C++ a byla zde i porpora java aplikací.[12]

Mezi další rozhraní patřilo například Series 90, který používal jediný model Nokia 7710. Dále MOAP či OPP, které byly určeny výhradně pro japonský trh.[5]

Vrchol své slávy Symbian zažil se Series 60, který Symbian Foundation úspěšně propagoval. Vyvinula jej Nokia v roce 2001 a jako první se objevil o rok později v modelu Nokia 7650. [13] S60 byla navržena pro zařízení ovládané klávesami a až od své čtvrté verze, která se také nazývala Symbian^1 nebo 5th Edition, podporovala dotykové ovládání.[14] Poslední verze 5.5 se jmenuje Nokia Belle a běží na Symbianu 10.1. Využívají jej čtyři modely telefonů Nokia a rozhraní je již plně přizpůsobeno ovládání prsty.

2.3.2 BlackBerry OS

Kanadská společnost BlackBerry, dříve Research In Motion Limited (RIM) se již od začátku svého působení na trhu mobilních zařízení orientovala převážně na podnikatele či obchodníky. Klíčové jsou tedy funkce kalendář, poznámky a e-mail, které byly vždy velmi dobře odladěné.[17] Operační systém BlackBerry byl vždy uzavřený systém a běžel jen na vlastních zařízeních BlackBerry. Jako první představila společnost svůj BlackBerry OS ve verzi 1.0 v roce 1999, kdy uvedla na trh zařízení BlackBerry 580.[15] Již tento model byl vybaven QWERTY klávesnicí, které se drží dodnes. V roce 2008 uvedla RIM, jako přímého konkurenta iPhone, BlackBerry Storm s plně dotykovým rozhraním.[16] BlackBerry PlayBook je tablet, který jako první běžel na systému BlackBerry Tablet OS postaveném na QNX. Předchozí verze byly postavené na Javě. V poslední verzi 10 představila již přejmenovaná společnost BlackBerry modely Q10 a Z10 na novém systému BlackBerry 10, postaveném rovněž na QNX.

2.3.3 WindowsPhone

Firma Microsoft Corporation se prosadila především na trhu softwaru pro osobní počítače. Více či méně úspěšně se snažila, a stále snaží, proniknout i do světa mobilních zařízení. V roce 2000 vyšla první verze mobilního operačního systému s názvem Pocket PC 2000. Ve své třetí verzi byl již systém přejmenován na Windows Mobile 2003. Až do verze 6.5 si systém zachovával základní prvky jako horní lišta s nabídkou start vlevo, v hlavní části list se základními údaji o zprávách, kalendáři, času a podobně, dole pak lišta s dalšími ovládacími prvky.[18] Windows Mobile se dělil na 3 hlavní verze v závislosti na zařízení, na kterém byl nainstalován. Professional, určený pro chytré telefony s dotykovou obrazovkou, Standard, pro mobilní telefony bez dotykové obrazovky a Classic, který běžel na zařízeních typu PDA či Pocket PC.[19] Systém byl používán mnoha výrobci mobilních zařízení.[20] V roce 2010 byla vydána první verze pod názvem Windows Phone s označením 7. Šlo o zcela nový systém, nekompatibilní s Windows Mobile a Microsoft tak započal novou éru svých mobilních zařízení. Rozhraní je již plně přizpůsobeno dotykovému ovládání a graficky koresponduje s desktopovým systémem Windows 8.

2.3.4 Android

Android je mobilní operační systém původně vyvíjený společností Android Inc., která byla v roce 2005 odkoupena společností Google Inc.[22] Je postaven na jádře Linux a dostupný zdarma, včetně otevřených zdrojových kódů. To vede ke značné roztříštěnosti systému, kdy si většina výrobců Android upraví dle svého uvážení a vznikají značné rozdíly,

především v grafickém rozhraní, ale problematické jsou i aktualizace systému a podpora funkčnosti postupně přidávaných periférií (fotoaparáty, magnetické a polohové senzory atd.).

První verze 1.0 byla uvedena se zařízením HTC Dream. S verzí 3.0 přišla podpora pro tablety a poslední verze je nyní 4.2. Jde o moderní systém, plně přizpůsobený dotykovému ovládání a díky své variabilitě je využíván na mnoha zařízeních.

2.3.5 iOS

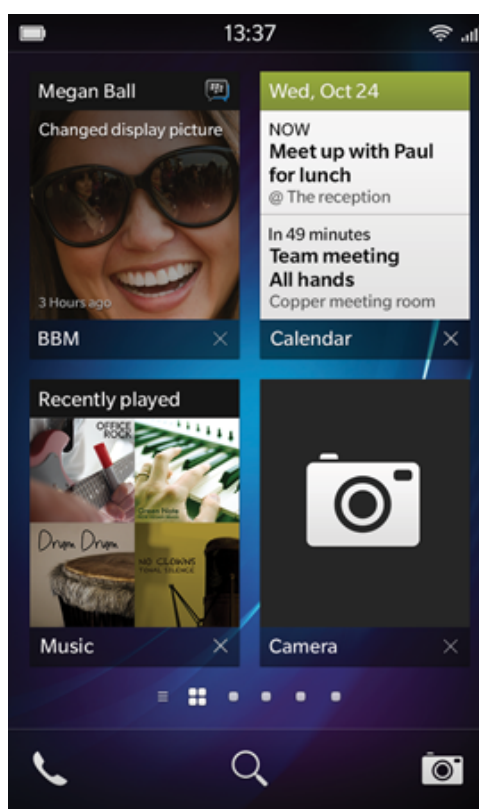
Mobilní operační systém od společnosti Apple Inc. nese název iOS a ve své první verzi se objevil v roce 2007 na první generaci iPhone a iPod Touch ještě pod názvem iPhone OS. V případě iPhone šlo o první komerčně úspěšný mobilní telefon s dominantním dotykovým displejem a plně dotykovým uživatelským grafickým rozhraním, kterým de-facto nastartoval novou éru těchto zařízení. Dále iOS běží na postupně vylepšovaných tabletech iPad, přehrávačích iPod Nano a Touch a také Apple TV (u které je ale použito modifikované uživatelské rozhraní) - čímž výčet zařízení končí. Problém s roztržitostí tedy u zařízení firmy Apple odpadá, aktualizace jsou rovněž velmi dobře vyřešeny, takže naprostá většina uživatelů má aktuální verzi systému. Vizualní změny jsou ve vývoji iOS velmi pozvolné. Systém si od své první verze zachovává své rysy, které cílí na jednoduchost a intuitivnost.

3 Aktuálně používaná mobilní GUI

3.1 BlackBerry OS

Nový operační systém BlackBerry 10 běží v současné době na dvou modelech a to Q10 a Z10. Zatímco Z10 má 4.19 palcový displej s poměrem stran 15:9 a má plně dotykové rozhraní, Q10 je vybaven 3.1 palcovým dotykovým displejem se čtvercovým poměrem stran a především hardwarovou QWERTY klávesnicí.[23] Dle mého názoru, spíše než na intuitivnost systém vsází především na efektivitu gest.

Zamčená obrazovka se odemyká tahem prstu od spodní hrany nahoru.[24] Při provádění gesta jsou zobrazeny informace o nových událostech, například nově přijaté emaily, zprávy na twitteru či facebooku a podobně. Po dokončení gesta se dostaneme na úvodní obrazku, která se dá vyvolat stejným gestem v jakékoliv situaci a je na ní zobrazena matice čtyř „Active Frames“, což jsou posledně spuštěné aplikace, které stále běží na pozadí a představují tak kontrolní prvek multitaskingu. Zachovává se osm posledních. Pro zobrazení dalších čtyř je třeba posunout dolů. Je na vývoji aplikace, či nechá aktuální stav jen zmenšit, nebo vytvoří vlastní minimalizovaný náhled aplikace. To se může hodit pro zobrazení některých informací, jako například aktuální teplota, další událost v kalendáři či poslední hovory. Aplikaci je možné úplně zavřít křížkem na pravé spodní straně rámu.[25]



Obr. 5 Ukázka obrazovky s „Active Frames“. Pod náhledy je symbolicky naznačena aktuální pozice mezi jednotlivými obrazovkami.

Gestem táhnutí vlevo, čili odsunutí plochy vlevo a přejetí na obrazovku vpravo, se dostaneme na seznam ikon aplikací, rozmístěných do matice. BlackBerry zvolilo velikost 114×114 bodů a ikona je dále obalena průhledným obdélníkem se zaoblenými rohy. Název aplikace je zobrazen pod ikonou, ve spodní části obdélníku. Celkový vzhled působí uceleně a matice

vypadá uspořádaně a přehledně. Na levé straně od obrazovky s „Active Frames“ se nachází tzv. „BlackBerry Hub“. Ten v jednom seznamu shrnuje všechny nové události jako nové e-maily, zprávy z twitteru či facebooku, sms zprávy, hovory a další. Hub je stěžejní prvek operačního systému. Proto se do něj lze dostat přímo z jakéhokoliv místa včetně zamčené obrazovky. Slouží k tomu gesto znázorněné na Obr. 6 .



Obr. 6 Znáznornění gesta pro rychlý přístup na BlackBerry Hub.

V případě modelu Z10 je použita virtuální klávesnice u které stojí za zmínku, mimo její grafickou podobu, její systém napovídání slov. Mezi jednotlivými řadami kláves jsou vloženy šedé pruhy, které rozdělují klávesnici jak vizuálně, tak především vytvářejí prostor pro napovídání slova. Ty se totiž zobrazují přímo nad písmenem dalšího pravděpodobného písmena. Krátké potažení nahoru na místě písmena se slovem, dané slovo vloží do textu.[29]



Obr. 7 Ukázka napovídání slov na virtuální klávesnici.

V aplikacích jsou často využívány spodní lišty, kde bývají navigační prvky. Využívané jsou i nabídky vyjíždějící z levé či pravé strany obrazovky. Jako příklad poslouží aplikace webového prohlížeče, která spodní lištu využívá pro ikonu zobrazující záložky, tlačítko zpět, tlačítko rozbalující další možnosti prohlížeče a netradičně i adresní řádek. Tlačítko pro záložky, nacházející se vlevo, vysune z pravé strany displeje vertikální nabídku, pokrývající téměř celou plochu displeje, s možnostmi záložek a historie. Položky v této nabídce jsou textové a jsou doplněny znázorňující ikonou. Podobná nabídka je zobrazena po zvolení tlačítka na pravé straně spodní lišty, naznačující další možnosti prohlížeče. V této nabídce jsou možnosti jako nastavení, přehled stažených souborů, hledání a další. Další z postranních nabídek je použita pro manipulaci s textem či odkazy. Při podržení prstu na odkazu na stránce se na pravé straně displeje zobrazí nabídka ikon umožňující kopírovat, otevřít v novém okně, sdílet a podobně. Po přesunutí na zvolenou ikonu se rozbalí a zobrazí text funkce dané ikony. Po puštění prstu se akce provede.[31]



Obr. 8 Ukázka postranní nabídky pro operaci s odkazem u aplikace browseru v BlackBerry 10.

Co se týče rozdílů systému na modelu s hardwarovou klávesnicí a bez ní, jsou minimální. Všechny hlavní prvky a gesta jsou zachována. Některé prvky, jako například „Active Frames“, jsou zmenšené. Napovídání slov při psaní textu se posunulo na spodní hranu displeje, matice ikon se zmenšila na 12 aplikací z 16 původních.

Možnosti pro vývojáře jsou široké. BlackBerry nabízí SDK pro Javu a C/C++, ale umožňuje i tvorbu aplikací v HTML5, ActionScript či dokonce portaci aplikace pro Android. [32] Dokumentace dobře popisuje doporučené postupy a praktiky při vývoji GUI. BlackBerry 10 je moderní mobilní operační systém s líbivým grafickým prostředím, zaměřený především na efektivitu.

3.2 Windows Phone

Windows Phone (dále WP) je uzavřená platforma a Microsoft klade požadavky na minimální výbavu zařízení. Mezi tu patří například kapacitní displej schopný rozpoznat minimálně čtyři dotyky najednou, dvoujádrový procesor, minimální kapacitu RAM v závislosti na rozlišení displeje, grafický čip s podporou DirectX a další.[33] Nemělo by se tedy stát, že systém poběží na slabém přístroji, které mohou (na rozdíl od BlackBerry a Apple) pocházet od různých výrobců, často motivovaných snahou o co nejlevnější produkci. Systém je využíván pouze na mobilních telefonech.[34] Na tabletech Microsoft prosazuje operační systém Windows 8.[35] Zařízení s WP8 musí mít podle specifikace sedm hardwarových tlačítek. První slouží k vypnutí či usnutí přístroje, další dvě pro nastavení hlasitosti, dále speciální tlačítko jako spoušť fotoaparátu a poslední tři slouží k funkcím krok zpět, návrat na domovskou obrazovku a hledání.[42]

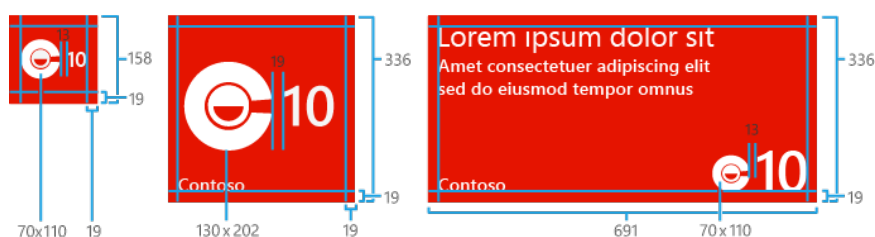
Základní grafické prvky WP zapadají do nového stylu produktů Microsoftu, který hojně využívá jednoduchých geometrických tvarů a pestrých barev. Úvodní obrazovka se skládá z několika tzv. „Live Tiles“, což jsou čtvercové či obdélníkové prvky, které jsou živě aktualizované, čili mohou zobrazovat dynamické informace jako počasí, počet nepřečtených e-mailů, následující událost v kalendáři a podobně. Mimo zobrazování informací slouží také ke spuštění dané aplikace. [36] Plochu si představme jako čtvercovou mříž se čtyřmi čtverci v horizontálním směru. Dlaždice mohou mít tři rozměry. Nejmenší má velikost 158×158 bodů což představuje rozměr jednoho čtverce. Střední je má více než čtyřnásobnou plochu s rozměry 336×336 bodů a představuje 2×2 čtverce. Největší potom zaplní celou šířku s rozměry 691×336 bodů, tedy 4×2 čtverce.[37] Rozdělení na čtvercovou mříž je uvedeno pro lepší představu variability rozmístění prvků, které si uživatel může zvolit. Na ploše se lze pohybovat, na rozdíl například od iOS, Androidu či BlackBerry, vertikálním směrem a celková výška závisí od množství prvků. Posouvání není děleno na jednotlivé obrazovky, ale probíhá plynulým tokem.



Obr. 9 Ukázka jak může vypadat plocha Windows Phone 8 s různými styly.

Vývojáři si mohou zvolit mezi třemi styly „Live Tile“. První jednodušší typ se nazývá „Iconic Tile“, tedy ikonická dlaždice. Zobrazuje dodanou ikonu, číslo, které může sloužit například jako počet nepřečtených zpráv, titulek a text. Zbytek plochy dlaždice vyplňuje barva

zvoleného barevného schématu systému. Microsoft přesně definuje rozmístění a velikosti prvků na dlaždici. Vše lépe vystihuje Obr. 10 . [37]

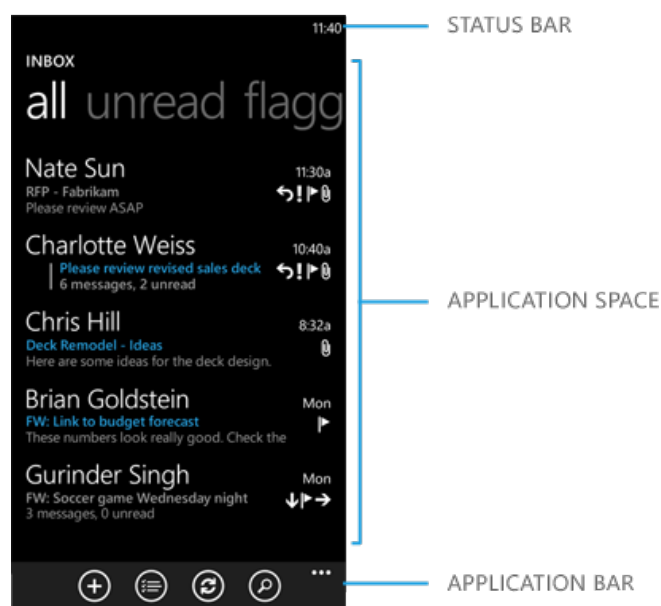


Obr. 10 Okótovaná ikonická dlaždice.

Druhý typ dlaždice se nazývá „Flip Tile“, což by se dalo přeložit jako otočná dlaždice. Skutečně je rozdělena na přední a zadní stranu a otáčí se v náhodném časovém intervalu. Na přední straně se přes celou plochu zobrazí dodaný obrázek překrytý titulkem a číslem. Zadní strana je opět v barvě schématu systému a obsahuje titulek a text.[38] Ačkoliv jsou některé dlaždice animované, tuto možnost mají pouze vývojáři Microsoftu. Ostatní se musí spokojit se statickým obrázkem a jedinou animací je otočení.[39] Třetí má pak stejný vzhled jako přední strana otočné, ale může obsahovat až 9 obrázků, které postupně zobrazuje s efektním přechodem. Tento typ se nazývá „Cycle Tile“.[40]

Mimo dlaždice je prostředí, v základním nastavení, tmavé, kvůli úspoře energie, které potřebují OLED displeje nejméně právě pro zobrazení černé barvy. Schéma lze ovšem nastavit i na světlé.[36] Napravo od hlavní obrazovky, kam se dostaneme klasickým gestem táhnutím doleva, je seznam všech nainstalovaných aplikací zobrazen ve vertikálním seznamu. U každé aplikace se nachází malá ikonka o rozměrech 99×99 bodů.[41]

Microsoft dbá na design aplikací, které se objeví v jeho obchodě „Windows Phone Store“.[43] Základní rozložení obrazovky aplikace se skládá ze stavové lišty, hlavního prostoru pro aplikaci a aplikační lišty. Stavová lišta obsahuje informace o síle signálu, připojení, hodiny, stav baterie a podobně. V základním stavu zobrazuje jen aktuální čas. Po kliknutí kamkoliv na lištu se přibližně na osm sekund zobrazí další informace. Vývojář může tuto lištu ve své aplikaci schovat, ale nemůže ji nijak modifikovat.[44] Spodní aplikační lišta má na výšku, respektive na šířku při otočení přístroje na šířku, kdy se lišta posune na stranu, fixních 72 bodů a může obsahovat až čtyři funkční tlačítka, reprezentované ikonami. V případě potřeby více možností, je přidáno další tlačítko vysouvající nabídku se seznamem funkcí.[44]



Obr. 11 Aplikace „Inbox“ s rozdělením základních prvků aplikace.

V aplikacích je kladen velký důraz na typografii. Rozdílná velikost či barva písma a striktní rozmístění textů nahrazuje oddělovací prvky jako čáry pro oddělení řádků v seznamu, odlišná grafika lišty k přepínání jednotlivých obrazovek aplikace, nadpisy a podobně.[45] Jak můžeme vidět na Obr. 11, nadpis „INBOX“ je malým fontem. Není totiž tak důležitý na rozdíl od aktuální obrazovky aplikace, která dominuje celé stránce a je zobrazena největším fontem. Názvy vedlejších obrazovek jsou zašedlé, ale stejně velké jak aktuální a jako jediný prvek sahají až na kraj displeje. Tím je zdůrazněno, že pokračují dále. Ostatní obsah je pro lepší přehlednost od okrajů mírně odsazen. Každý přijatý email je oddělen velkým nadpisem jména odesílatele. Předmět a začátek textu e-mailu jsou pod ním drobným písmem a utvářejí tím ucelený prvek v seznamu. Na pravé straně u každé zprávy se ještě vyskytují doplňující čas a ikony, značící například přílohu či důležitou zprávu, opět malé a nevýrazné, jelikož pouze doplňují hlavní prvek. Celá aplikace obsahuje pouze text a symbolické ikony. Přesto působí uceleně a přehledně. Drobné doplňující ikony bývají vyvedeny v jednolitě černé nebo bílé barvě jako silueta prvku. Tlačítkové ikony jsou potom většinou s kruhovým obrysem a symbolem uvnitř rovněž v černé nebo bílé.[46]

Testováním Microsoft určil jako ideální dotykovou plochu čtverec o straně 9mm. Tu tedy používá jako vodítko u většiny prvků. Jako minimální stanovil rozměr 7mm, které používá například u obdélníkových tlačítek. Jednotlivé dotykové prvky by měly být rovněž vizuálně odděleny mezerou alespoň 2mm. V místech kde nelze těchto parametrů dosáhnout, může jít například o softwarovou klávesnici, jsou použity jiné mechanismy pro zpřesnění dotyku.[47] Základní písmo tvoří rodina fontů „Segoe“[48] ovšem pro aplikace lze použít řadu dalších. Minimální velikost je stanovena na 15 bodů.[47]

Jednotný styl, kterým se Microsoft prezentuje a používá i pro svůj mobilní operační systém Windows Phone, měl původně označení „Metro“.[49] Jak název naznačuje, inspirace byla skutečně čerpána ze značení veřejné dopravy, tedy především silná orientace na typografii.[50] V říjnu 2012 byl název „Metro“ z právních důvodů nahrazen „Modern UI“. Microsoft o svém vizuálním stylu tvrdí že je uhlazený, rychlý, moderní a oživující od ostatních systémů založených na ikonách.[50]

3.3 Android

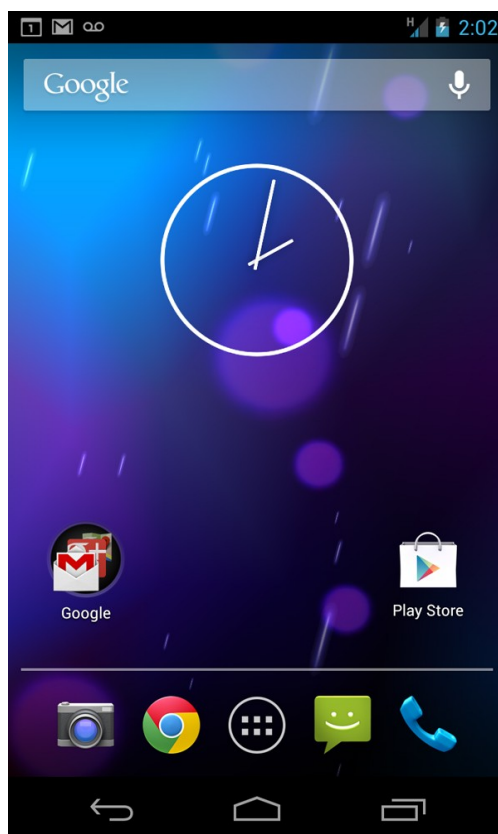
Android je používán mnoha výrobci na rozličných zařízeních. Jelikož je k dispozici zdarma pod Apache licenci, která umožňuje volnou modifikaci a šíření, je systém výrobci často upravován.[52] Práce se bude zabývat čistým systémem se základním GUI pro mobilní telefony. Jelikož rozlišení i hustota pixelů je u jednotlivých přístrojů rozdílná, v případě uvádění rozměrů v obrazových bodech bude použita jednotka „dp“, která je ekvivalentní rozměru fyzického bodu na displeji s hustotou 160dpi. Tento rozměr je používán i v oficiální dokumentaci, je doporučen pro návrh GUI a zkratka je odvozena od „Density-independent pixel“.[58] Různorodost displejů klade zvýšené nároky na vývojáře rovněž u rastrové grafiky, kdy je doporučeno obrázky dodávat ve čtyřech hustotách, ty jsou uváděny přibližně a jsou shrnuty v tabulce v Obr. 12. Vývojář se dále nemusí starat o zobrazení daného obrázku. Ty jsou vybírány automaticky systémem.[58]

Značení	Rozměr displeje od [dp]	Hustota obrázku [dpi]
ldpi	426*320	~120
mdpi	470*320	~160
hdpi	640*480	~240
xhdpi	960*720	~320

Obr. 12 Tabulka hustot obrázků pro různé rozměry displeje

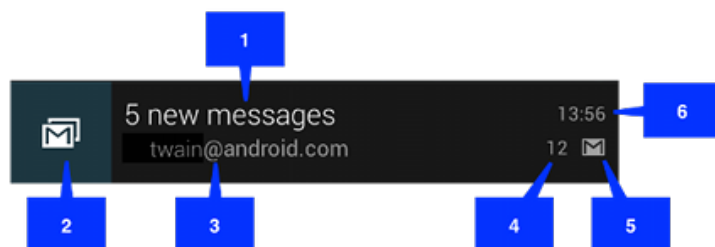
Základní rozložení obrazovky se skládá ze stavové lišty, hlavní plochy a u některých zařízení navigační lišty. Ta totiž může sloužit jako náhrada hardwarových tlačítek u přístrojů, které je nemají, a zobrazuje funkce zpět, domů a obrazovka multitaskingu, ta bude rozebrána později. Ve stavové liště jsou zobrazovány informace jako čas, stav baterie, signálu telefonní či wi-fi sítě, aktivita GPS a podobně. Dále jsou v ní zobrazovány zjednodušené notifikace a některé aplikace zde mohou zobrazovat ikonku.[53]

Domovská obrazovka se skládá z pěti ploch, mezi kterými se dá horizontálně posouvat pomocí gest. Na spodní hraně, pod oddělovací čarou, jsou zástupci aplikací, které si uživatel vybere a kteří jsou zobrazeni nezávisle na právě zvolené ploše. Na jednotlivé plochy lze rozmístit zástupce aplikací v podobě ikon a widgety. Po podržení prstu na ikoně či widgetu se prvek stane editovatelný a lze s ním posouvat v rámci plochy i přesunout na plochu jinou. Ikony lze rovněž seskupovat do skupin, takže na ploše zabírají jen jedno místo. Po zvolení se rozbálí a umožní spustit aplikace v ní. Widgety jsou obvykle rozměrnější než ikony a často jim lze i měnit velikost. Jsou používány na zobrazení rychlých informací z aplikace, ale mohou sloužit i k pokročilejším funkcím jako zapnutí či vypnutí hardwarových funkcí telefonu, například GPS, wi-fi, bluetooth a další, nebo miniaturní verze hudebního přehrávače, náhled galerie obrázků a podobně.



Obr. 13 Příklad domovské obrazovky Androidu. Hlavním prvkem je widget zobrazující analogové hodiny.

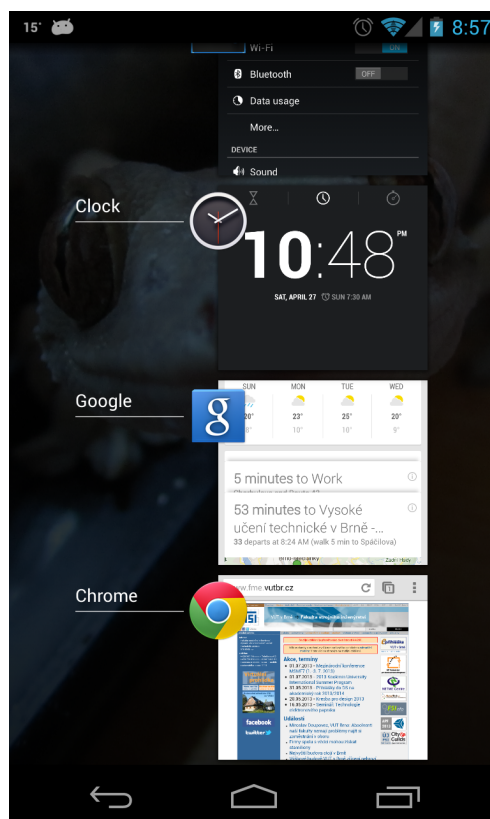
Obrazovka s notifikacemi je vyvolána pomocí gesta tažení od horního kraje obrazovky směrem dolů. Plocha obsahuje vertikální seznam, dělený pomocí drobných mezer. Každý řádek je vysoký 64dp a patří jedné aplikaci, může obsahovat systémové informace a i ovládací prvky. Některé jsou dočasné a mohou být odstraněny tažením prstu na stranu, některé jsou stálé a závisí většinou na nastavení aplikace kdy a co zobrazují. V základním rozložení obsahuje notifikace nadpis, malou a velkou ikonu, text, čas a doplňkovou informaci. Některé mohou mít i velký mód, který se zobrazí potažením dvěma prsty dolů nad daným řádkem a obsahuje navíc textovou plochu pro zobrazení více informací.[54] Stejným gestem, jen dvěma prsty, je vyvolána obrazovka rychlého nastavení. Ta obsahuje matici čtverců, kde každý obsahuje symbolickou ikonu a stručný text. Může jít například o připojení k wi-fi síti, kdy ikona naznačuje sílu signálu a text zobrazuje název sítě.



Obr. 14 Notifikace v normálním rozložení. 1. Titulek; 2. Velká ikona; 3. Text; 4. Doplňková informace; 5. Malá ikona; 6. Čas přijetí

Obrazovka multitaskingu je zobrazena po stisknutí tlačítka, které může být hardwarové, či zobrazené v navigační liště. Je tedy dostupná téměř v jakémkoliv stavu systému. Jsou na ní posledně spuštěné aplikace, zobrazené ve vertikálním seznamu v podobě minimalizovaného

náhledu do čtverce v chronologickém pořadí. Poslední spuštěná aplikace se nachází nejnižše. Seznam není členěn na jednotlivé obrazovky, lze v něm tedy plynule listovat. V levém horním rohu náhledu se nachází ikona a vedle ní tenkou linkou podtržený název aplikace. Při změně polohy přístroje na šířku se seznam stane horizontální a názvy se přesunou pod náhledy. Aplikace lze odebrat odtažením na levou či pravou stranu, respektive dolů či nahoru v horizontální poloze přístroje.

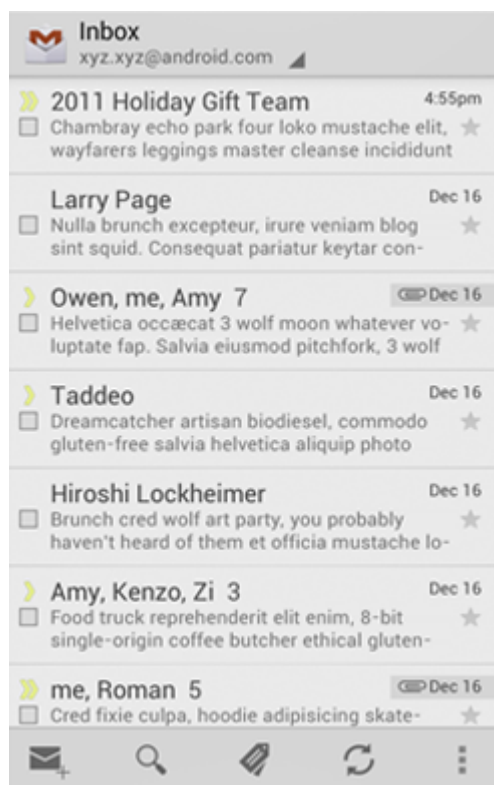


Obr. 15 Ukázka obrazovky multitaskingu.

Ve spodním panelu domovské obrazovky se nachází neměnná ikona, která odkazuje na obrazovku všech aplikací. Aplikace jsou reprezentovány pomocí svých ikon a jsou rozmístěny v matici. Posouvat se lze po jednotlivých obrazovkách v horizontálním směru a jejich počet závisí na počtu nainstalovaných aplikací. Dále vpravo se nacházejí obrazovky s widgety. Přechod na ně je znázorněn pomocí přepnutí tabu v horní části obrazovky. Jak aplikace tak widgety zde nejdou nijak přemísťovat či seskupovat. Po dlouhém stisknutí je lze umístit na plochu domovské obrazovky. Aplikace lze odsud rovněž spustit.

GUI Androidu v průběhu vývoje dostalo velkého množství změn. V současné verzi označené „Jelly Bean“ Google zvolil pro systémové prvky dominantní tmavé barvy doplněné světle modrými případně bílými prvky. V aplikacích nabízí tři základní témata – tmavé, světlé a světlé s tmavými lištami.[55] Jako ukázková aplikace poslouží „Gmail“, která slouží pro obsluhu elektronické pošty a používá světlé téma. Na obrazovce se seznamem přijatých e-mailů jsou zobrazeny dvě nástrojové lišty. Jedna u horní hrany a druhá u spodní. Mezi nimi se nachází hlavní plocha aplikace s vertikálním seznamem. V horní liště lze přepínat mezi účty a adresáři pomocí rozbalovacího menu. To je znázorněno pomocí obdélníkového tvaru, kdy pravý dolní roh vyplňuje šedý trojúhelník a další strany dotváří text, který zobrazuje právě zvolený adresář, napsaný větším fontem jako hlavní informaci, v rámci daného e-mailového účtu, zobrazeného menším fontem jako doplňující informaci. Stejně prvky jsou využity i při zobrazení rozbalovacího seznamu ve formulářích. Tam jsou ještě doplněny

o spodní linku navazující na trojúhelník. Odstín šedé barvy se liší v závislosti na zvoleném tématu.[57] Spodní lišta obsahuje několik tlačítek reprezentovaných pomocí jednobarevných ikon znázorňující siluetu dané funkce. Může to být například lupa pro hledání, či obálka s malým plus pro vytvoření nové zprávy. Rozměry ikon jsou 32*32dp přičemž samotný grafický prvek by měl být zobrazen ve vnitřním čtverci o rozměrech 24*24dp.[59] Zajímavá je ikona vpravo, zobrazující tři tečky nad sebou. Ta totiž nahrazuje hardwarové tlačítko menu, které bylo běžné před vydáním verze 3.0. Při spuštění aplikace napsané pro starší verzi systému na zařízení, které toto tlačítko nemá, je zobrazeno na pravé straně navigační lišty, nebo přístupné pomocí speciálních gest, které závisí na zařízení.[60] Pro seznam jsou doporučení poměrně volná. Zde jsou použity tři řádky v každém prvku. Odesílatel je napsán výrazným fontem, pod ním drobnějším začátek zprávy. Vlevo checkbox pro označení, vpravo potom ikonka hvězdičky, kterou lze zpráva označit jako důležitá. V pravém horním rohu drobným fontem čas přijetí a doplňkové ikonky. Rozložení je ale na uvážení vývojáře a může obsahovat například obsahovat například obrázky, či další ovládací prvky jako přepínače, textové pole a další. Po vybrání zprávy je zobrazena obrazovka se samotným obsahem e-mailu. Tento přechod se chová jako vnoření do hloubky aplikace a lze se vrátit stisknutím hardwarového tlačítka zpět, které je často využíváno a proto by měla být navigace aplikace přímočará. Pokud již nezbyvá v aplikaci další krok zpět, je po dalším stisknutí aplikace ukončena.[65]



Obr. 16 Aplikace „Gmail“, která používá světlé téma.

Často používané jsou formulářové prvky. Může jít o tlačítka, textová pole, přepínače, rozbalovací nabídky a další. V případě takových aplikací je doporučeno používat rozložení po 48dp. Tento rozměr byl určen na základě faktu, že představuje přibližně 9mm, což odpovídá doporučenému rozměru pro dotykové prvky 7-10mm.[62] Google dbá ve svém systému i na typografii. Od verze 4.0 je jako výchozí písmo použit font Roboto, vytvořený speciálně pro specifika rozhraní a displeje s vysokým rozlišením.[63] Mimo to dokumentace popisuje doporučený obsah textů, které by měly být stručné, výstižné a snadno pochopitelné i pro neoborně vzdělané uživatele.[64]

3.4 iOS

Mobilní operační systém iOS je využíván výhradně na zařízeních od společnosti Apple, která vyvíjí jak software tak hardware. S kompatibilitou, odladěností či výkonem systému tedy problém nenastává. Práce se bude zabývat především mobilním telefonem iPhone, který ve své první verzi byl vybaven 3,5 palcovým displejem s rozlišením 320×480 bodů. Ve čtvrté verzi byl použit nový displej s označením „Retina“. Při zachování velikosti displeje se zdvojnásobilo rozlišení na 640×960 bodů. Při takovéto hustotě, která činí 326 bodů na palec, jsou již jednotlivé body prostým okem prakticky nerozeznatelné. Ve verzi 5 se změnil poměr stran na přibližně 16:9 při rozlišení 640×1136 bodů. Hustota tedy zůstala stejná.[66] Tablet iPad má při poměru stran 4:3 rozlišení 1024×768 respektive 2048×1536 bodů od třetí generace.[67]

Z úsporného režimu lze iPhone probudit stisknutím hardwarového tlačítka. To způsobí rozsvícení displeje a zobrazení zamčené obrazovky, která ve své horní části zobrazuje informace o čase, uprostřed se mohou nacházet některé notifikace a ve spodní části displeje se nachází mechanismus odemykání, který vyžaduje gesto tažení prstem doprava, které je znázorněno posuvem šedého bloku. Po odemčení je zobrazena hlavní obrazovka. Ta zobrazuje matici ikon, které představují jednotlivé aplikace. V hlavní části se může nacházet až 16 ikon v matici 4×5, respektive 20 v matici 4×6 u iPhone 5. Takových obrazovek může být až 11 a lze mezi nimi přecházet v horizontálním směru klasickými gesty posunem doleva či doprava. Výjimku tvoří spodní řada čtyř ikon, která je zobrazená stále, nezávisle na aktuální obrazovce. Ikony jdou libovolně rozmístit a seskupovat do složek, které pojmu až 12, u iPhone 5 16, aplikací a zabírají na hlavní ploše místo jako jediná aplikace. Seskupování není možné ve spodní specifické řadě. Přesouváním se aktivuje podržením prstu na libovolné ikoně. Možnost přesouvat ikony indikuje jejich animace roztřesení a zobrazení křížku v pravém horním rohu každé ikony, kterým lze odinstalovat aplikaci.[68] Každá ikona aplikace na iPhone má rozměr 57×57, v případě „Retina“ displeje 114×114, bodů. Vývojář musí dodat se svou aplikací obrázky v přesných rozměrech, ty jsou pak automaticky upraveny zaoblením rohů a volitelně je přidání stínu. Průhlednost není podporována a takové části jsou zobrazeny černě. Tyto automatické úpravy výrazně přispívají k jednotnému vzhledu.[69]

Dokumentace uvádí některé základní charakteristiky interakce, které jsou použity v systému a slouží jako doporučení pro vývojáře. Jedna z nich vysvětluje, že aplikace nereagují na kliky, ale na gesta. Těch je uvedeno celkem osm a popisuje je tabulka na Obr. 17. Další například říká, že aplikace často nepotřebuje nastavení. To lze přesunout do nastavení celého systému a jelikož jej často uživatel potřebuje jen jednou, není důvod komplikovat aplikaci, která by měla zůstat jednoduchá a přímočará. Na to navazuje další bod popisující omezení nápověd. Vše by mělo být intuitivní a jednoduché na tolik, že nápověda není potřeba.[71]

Gesto	Akce
Tap	Volba ovládacího prvku, například tlačítka. Analogické ke kliknutí myší.
Drag	Listování v seznamech, jak horizontálních tak vertikálních. Pohyb obsahu kopíruje pohyb dotyku.
Flick	Zrychlené listování v seznamech. Gesto je provedeno rychle a obsah se posune o větší vzdálenost než dotyk.
Swipe	Souvislý pohyb dotyku. Může sloužit například k mazání prvků ze seznamu, zobrazení notificačního centra či odemčení obrazovky.
Double tap	Dvojité kliknutí slouží obvykle ke skokovému přiblížení například mapy. Pokud je již prvek přiblížen, po provedení gesta se vrátí na původní velikost.
Pinch	Krokové přiblížení kopírující pohyb dvou přibližujících se či oddalujících prstů.
Touch and hold	Zmáčknutí a podržení slouží například k označení textu či k aktivaci editačního módu hlavní obrazovky pro přesun ikon.
Shake	Zatřesení celým přístrojem je používáno pro speciální funkce. Google jej například používá u svých map pro iPhone pro zaslání zpětné vazby do Google.

Obr. 17 Tabulka popisující gesta systému iOS

V předchozí části byly rozměry uváděny v obrazových bodech, které představovaly fyzické body na displeji. Apple ve své dokumentaci většinou uvádí rozměry v bodech, které jsou shodné s fyzickým bodem na starší verzi displeje. U displeje „Retina“ jeden bod představují dva fyzické body. To způsobuje značné vyhlazení obrazu, ale neznamená to zvětšení pracovní plochy, která zůstala stejná a zvětšila se až ve verzi 5.[70] Apple stanovil jako minimální velikost ovládacích prvků pro pohodlný dotyk 44 bodů.[75]

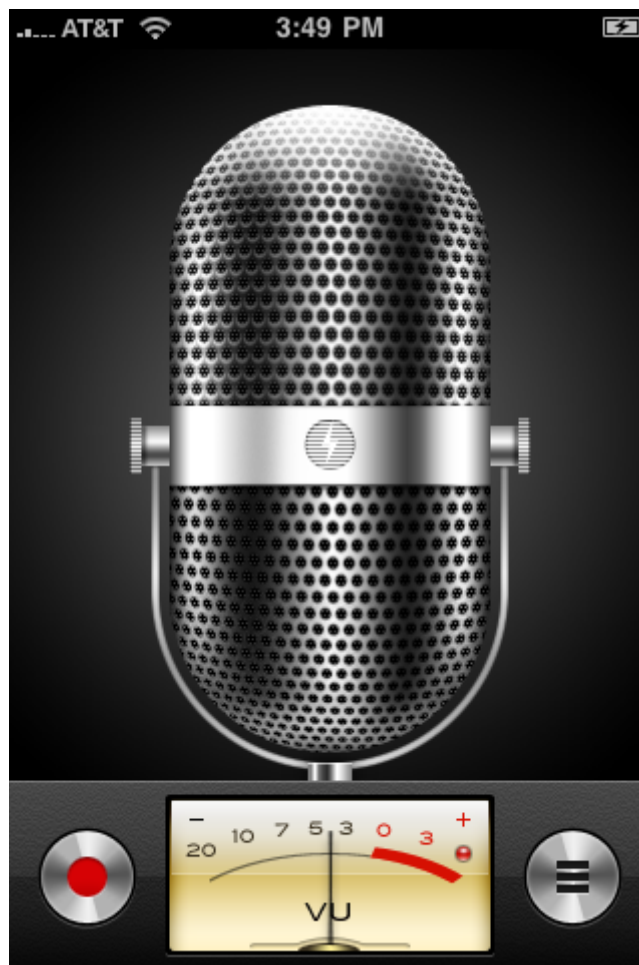
V horní části obrazovky je zobrazená stavová lišta, pokud není spuštěná aplikace která ji může volitelně schovat. Lišta je 20 bodů vysoká a zabírá celou šířku displeje. Jako v ostatních systémech i v iOS obsahuje informace o čase, stavu signálu, nabití baterie a podobně.[72] Při provedení gesta tažením od horní hrany displeje dolů, se lišta rozbíjí přes celou plochu displeje a zobrazí notificační centrum. To obsahuje notifikace z aplikací, které můžou zobrazovat například upozornění na událost v kalendáři, zmeškaný hovor, zprávu a podobně. Každá notifikace vyžaduje akci od uživatele. Ten ji může buď smazat nebo otevřít. Tím se notifikace stane ukončenou a již není nadále zobrazována. Otevření je možné stisknutím notifikace, kdy se otevře aplikace, která ji vyvolala. Mimo notifikací jsou na této obrazovce zobrazeny widgety. V současné verzi jsou dostupné dva, počasí a stav akcí, a pro vývojáře nejsou dostupné prostředky pro vývoj dalších. Součástí notifikací je i možnost zobrazení čísla u každé ikonky aplikace. To může znázorňovat například počet nepřečtených zpráv či zmeškaných hovorů.[73] Uživatel si může u každé aplikace, která notifikace používá, zda-li je zobrazovat a dále nabízí 2 typy. První spočívá v zobrazení zprávy v horní části displeje, která překryje stavovou lištu, na krátký časový úsek. Pokud uživatel klepne na tuto zprávu, je otevřena aplikace, která ji vyvolala. Druhým typem je zobrazení zprávy v modrém rámečku uprostřed obrazovky, nabízející možnost přijmout či zrušit.



Obr. 18 Notifikační centrum systému iOS

Multitasking je v systému jen v omezené míře. Aplikacím je povoleno provádět na pozadí jen určité akce ve třech případech. První je provedení konečné operace při přechodu aplikace na pozadí. To může představovat například uložení dat na disk. Druhou jsou notifikace, které mohou být buď posílané ze serveru, tzv. „Push notifikace“ a informovat o nových událostech, nebo i časově naplánované, tzv. lokální notifikace. Posledním případem jsou speciální služby, které jsou aplikacím povoleny využívat. Patří mezi ně přehrávání zvuku, lokalizační služby, VOIP telefonování, stahování novin či magazínů ve speciálních aplikacích a komunikace s externími zařízeními. [74] V typickém případě komunikace, například na sociálních sítích, jsou často využívány notifikace ze serveru. Pro zobrazení multitaskingové lišty slouží dvojité stisknutí hardwarového tlačítka pod displejem, které je jediné na přední straně přístroje a nazývá se „Home Button“, tedy domovské tlačítko. To vysune u spodního okraje seznam posledně spuštěných aplikací, které jsou reprezentovány svými ikonami. Na jednu jsou zobrazeny čtyři z nich a je možné jimi listovat podobně jako s hlavními obrazovkami s ikonami.

V systému je několik vestavěných aplikací. Co se GUI týče, daly by se rozdělit na aplikace napodobující realitu a konzervativní. Do první skupiny patří například „iBooks“, která slouží ke čtení knih. Výběr titulu probíhá na obrazovce zobrazující polici s přebaly. Při výběru se daná kniha s animací otevře. Listování knihou napodobuje reálně vypadající papír a tažením prstu od kraje listu imituje přehnutí papíru. Další podobná aplikace je „Voice Memos“, sloužící k záznamu zvuku z mikrofону. Na obrazovce je dominantní mikrofón, ve spodní části se nachází dvě tlačítka připomínající chromované tlačítka na fyzickém audio zařízení. Jedno tlačítko slouží k zahájení a ukončení nahrávání, druhé pro přechod do seznamu již nahraných záznamů. Mezi tlačítka je ukazatel hlasitosti snímaného zvuku napodobující analogový ukazatel.



Obr. 19 Aplikace „Voice Memos“ napodobující reálný vzhled

Aplikace „Mail“ používá základní grafické prvky systému představuje tak jednu z těch s konzervativnějším GUI. Je laděna do základní modré barvy. Obrazovka je rozdělena na 3 části. V té horní je zobrazena navigační lišta vysoká minimálně 44 bodů. Ta slouží k pohybu v hierarchické organizaci aplikace a obsahuje některé ovládací prvky. Mezi ty můžou patřit volby jako přidat (které představuje znak plus), zrušit, dokončit, obnovit a další. Často se zde objevuje také pole pro hledání (například v aplikaci obchodu „App Store“). U této aplikace je to na většině obrazovkách tlačítko „Edit“, které spustí editační mód a umožňuje tak například mazat zprávy. Je zobrazeno v pravé části lišty. V té levé se nachází odkaz na předchozí obrazovku. To naznačuje svým tvarem, který je v levé části zkosený do špičky a naznačuje tak směr pohybu doleva. V prostřední části pod navigační lištou je hlavní část, ve které se nachází většinou klasický vertikální seznam zobrazující hlavičky zpráv nebo složky e-mailové schránky. Základní výška jednoho řádku v seznamu je opět 44 bodů, ale často bývá i vyšší. Pokud je možný postup dále, jsou v pravé části řádku jsou zobrazeny jednoduché šipky a po zvolení příslušného řádku je animací naznačeno postoupení v hierarchii směrem doprava. Smazání zprávy je možné, mimo zmáčknutí tlačítka editace, i gestem přejetím prstem na řádku v libovolném horizontálním směru. Po tomto pohybu se na daném řádku objeví červené tlačítko pro smazání. Při srolování seznamu nahoru a dalším rolováním nad horní prvek se nad horním řádkem vysune hledací pole. Při dalším posunu se vysune kruhová ikonka zobrazující zatočenou šipku, při pokračování pohybu se tato ikonka roztáhne do výšky a po dosažení určité vzdálenosti se zahájí aktualizace nové pošty ze serveru a případná aktualizace seznamu. Ve spodní části pod seznamem se dále nachází ovládací lišta opět 44 bodů vysoká a obsahuje další ovládací tlačítka. Na většině obrazovek je v pravé části

ikonka pro napsání nové zprávy a uprostřed textová informace o poslední kontrole nové pošty. Na obrazovce detailu konkrétního emailu jsou to potom tlačítka pro označení zprávy jako důležitá, archivování, smazání, odpovědi a opět novou zprávu.[75] Jako důležitý prvek mnoha aplikací je nutno ještě zmínit tabovou lištu, která bývá obvykle zobrazena u spodní hrany obrazovky. Aplikace Mail tuto lištu neobsahuje, pro příklad poslouží aplikace obchodu „App Store“. Tabová lišta je v základu vysoká 49 bodů[76] a v ukázkové aplikaci obsahuje 5 tlačítek. Je laděná do tmavých odstínů šedé, ikony jsou zobrazeny světlejšími odstíny. Jednotlivá tlačítka slouží k přepínání jednotlivých obrazovek v aplikaci, které nejsou v jedné hierarchii.[75] V ukázkovém případě jde například o obrazovky pro hledání, aktualizace či žebříčky nejlépe hodnocených aplikací.

Apple velmi dbá na tzv. „User Experience“, tedy kvalitu svých aplikací z hlediska pohodlnosti a zážitku použití uživatelem. Proto nabízí rozsáhlou dokumentaci popisující jak by měla být aplikace postavená, jaké prvky by měly být v jakých případech použity. To je jedna z věcí proč si systém iOS drží vysokou úroveň na svém obchodě s aplikacemi.

4 Prostředky pro vývoj aplikací

Pro mobilní operační systém je mimo funkčnost, použitelnost a design důležitý i jeho „ekosystém“, tedy služby kolem daného systému. Mezi ty můžou patřit různé zálohovací systémy, obchody s hudbou, filmy či knihami, mapové podklady, navigace a podobně. Velmi důležité jsou rovněž aplikace třetích stran, které jsou dnes distribuovány pomocí nativních virtuálních obchodů. U Windows Phone je to „Windows Marketplace“, v případě BlackBerry se jedná o „BlackBerry World“, Android používá „Google Play“ a pro iOS je tu „App Store“. Každý ze systémů je specifický a vývoj aplikací se liší ať už programovacím jazykem, vývojovým prostředím, hardwarovými prostředky tak především použitým SDK. Je tedy v zájmu autora systému, aby vývoj aplikací pro jeho platformu byl co možná nejlepší, protože kvalita aplikací třetích stran značně přispívá k použitelnosti jeho systému.

4.1 iOS

Vyvíjet aplikace pro iOS může každý, kdo vlastní počítač typu MAC s operačním systémem OS X. Pokud chce aplikaci umístit na App Store, nebo i nainstalovat na více zařízení, musí dále uhradit roční poplatek 99USD.[77] Po té se otevře přístup do portálu „Member Center“ a „iTunes Connect“. Ty slouží ke správě vývojářských činností jako distribuce aplikace, zobrazení statistik, přístup k podpoře, správa certifikátů, týmů a podobně. Za daný poplatek je možné mít libovolný počet vývojářů pod záštitou jedné organizace. Do svého týmu je možné pozvat jakéhokoliv vlastníka „Apple ID“, který lze vytvořit zcela zdarma. Ke každé aplikaci je nutné, před umístěním na obchod, dodat požadované informace jako název, popis, jazyk, klíčová slova, potřebné ikony, screenshots obrazovek a podobně. Po splnění těchto požadavků je možné aplikaci odeslat ke schválení. Apple provádí ruční prohlídku každé aplikace. Kontrola většinou proběhne do jednoho týdne[78] a poté je aplikace schválena nebo odmítnuta. V druhém případě je přiložen důvod odmítnutí a po nápravě je možné aplikaci odeslat znovu ke schválení.

Vývoj nativních aplikací probíhá pomocí API „Cocoa Touch“ v programovacím jazyce Objective-C. Jedná se o nastavbu klasického C, které je plně kompatibilní, využívající objektové prvky vycházející z jazyka Smalltalk. [79] Objektový model je založen na posílání zpráv. Mimo syntaxi rozdílnou od jazyka Simula, ze kterého vychází například C++, se zprávy od volání metod liší v provedení kódu. Zatímco v C++ je volání metody ve většině případech zpracováno kompilátorem vytvořením spojení na jinou část kódu, zprávy jsou zpracovávány v reálném čase, kdy objekt zprávu přijme a nějak na ni odpoví.[80] Implementace vlastních tříd ctí tradici rozhraní v hlavičkovém souboru, obvykle s příponou „h“, a vlastní implementace ve zdrojovém souboru, obvykle s příponou „m“. V Objective-C je často využíván znak „@“ značící některá klíčová slova. Pro rozhraní je to „@interface“, následované názvem třídy a případně dvojtečkou a třídou od které je naše třída děděna, pro vlastní implementaci „@implementation“. Před definováním každé metody se uvádí znak „+“ či „-“. Tím určíme, zda-li jde o metodu statickou (+) nebo klasickou (-). Následuje v kulatých závorkách návratový datový typ, po kterém je již vlastní název metody. Parametry můžeme předat napsáním dvojtečky za název, do závorek uvést typ parametru a za ní název. Vše musí být ukončeno středníkem. Vlastní implementace má pak shodnou hlavičku jako rozhraní. Pro posílání zprávy objektu slouží hranaté závorky, kdy do nich uvedeme název objektu následovaný mezerou a názvem metody kterou chceme zavolat. Parametry jsou rovněž uváděny za dvojtečkou.[81]

Objective-C není striktně typový jazyk. Klíčové slovo „id“ slouží pro odkaz na libovolný objekt. Toho je využíváno například v konstruktoru, kdy návratový typ bývá

právě „id“. Konstruktor se obvykle nazývá „init“ a je podděděn od prapředka „NSObject“. Při vytváření každého objektu je nutné nejdříve alokovat paměť, pomocí zaslání zprávy „alloc“, a jelikož pro iOS není dostupný tzv. „garbage collector“, je nutné tuto paměť rovněž uvolňovat. Na každý ukazatel na objekt je aplikováno počítání referencí. Při vytvoření instance je počítadlo nastaveno na 1. Při každém zaslání zprávy „retain“ je počítadlo zvednuto o 1. Po zaslání zprávy „release“ je odečtena 1. Při dosažení nuly je instance zrušena.[82] Speciálním případem mohou být vlastnosti třídy, které jsou uvozeny klíčovým slovem „@property“ a mohou mít některé atributy. Prvním atributem může být atomičnost. Ve výchozím stavu jsou všechny vlastnosti atomické, pokud ale nevyvíjíme vícevláknovou aplikaci, můžeme použít klíčové slovo „nonatomic“. Druhým parametrem určíme právě jak se vlastnost chová k počítadlu referencí. Klíčové slovo „assign“, které je výchozí, je použito pro jednoduché datové typy, které nejsou odkazovány ukazateli a počítadlo referencí tedy není potřeba. Další volba s klíčovým slovem „retain“ slouží k uvození klasického ukazatele na objekt a automaticky se stará o přičítání referencí. Při zničení objektu je pouze nutné poslat zprávu „release“ v metodě „dealloc“. Poslední možnost je „copy“, které slouží pro kopii objektu, kdy se musíme postarat o uvolnění paměti, jelikož přebíráme pouze kopii, která již není závislá na původním objektu. Dalším parametrem je nastavení přístupových oprávnění k vlastnosti klíčovými slovy „readwrite“, pro čtení i zápis, nebo „readonly“, pouze pro čtení.[83]

```

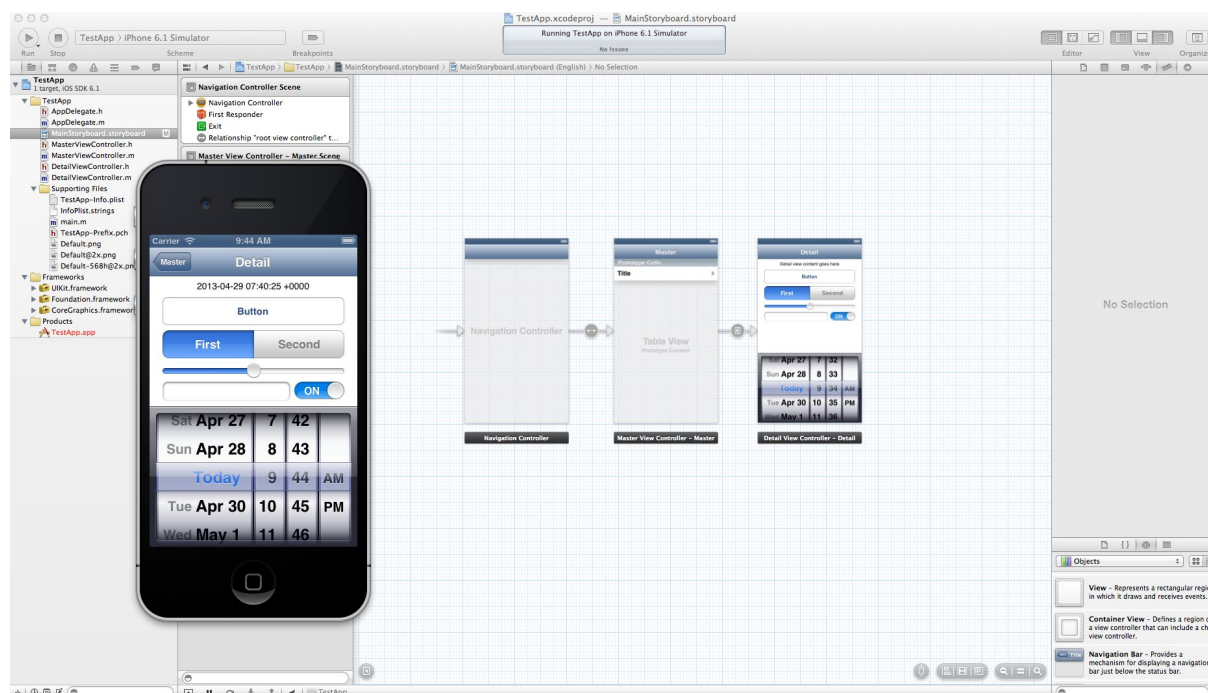
1 @interface MojeTrida : NSObject
2 @property(nonatomic, retain) NSString *text;
3 -(void)saySomethingWithAttribute1:(NSString *)hello Attribute2:(NSString *)world;
4 @end
5
6 @implementation MojeTrida
7 @synthesize text;
8 -(void)saySomethingWithAttribute1:(NSString *)hello Attribute2:(NSString *)world;
9 {
10     NSLog(@"%@ %@ this is text: %@", hello, world, [self text]);
11 }
12 -(void)dealloc;
13 {
14     [text release];
15 }
16 @end
17
18 int main(void)
19 {
20     MojeTrida *hw = [[MojeTrida alloc] init];
21     [hw setText:@"Toto je text z vlastnosti moji tridy."];
22     [hw hello];
23     [hw release];
24 }

```

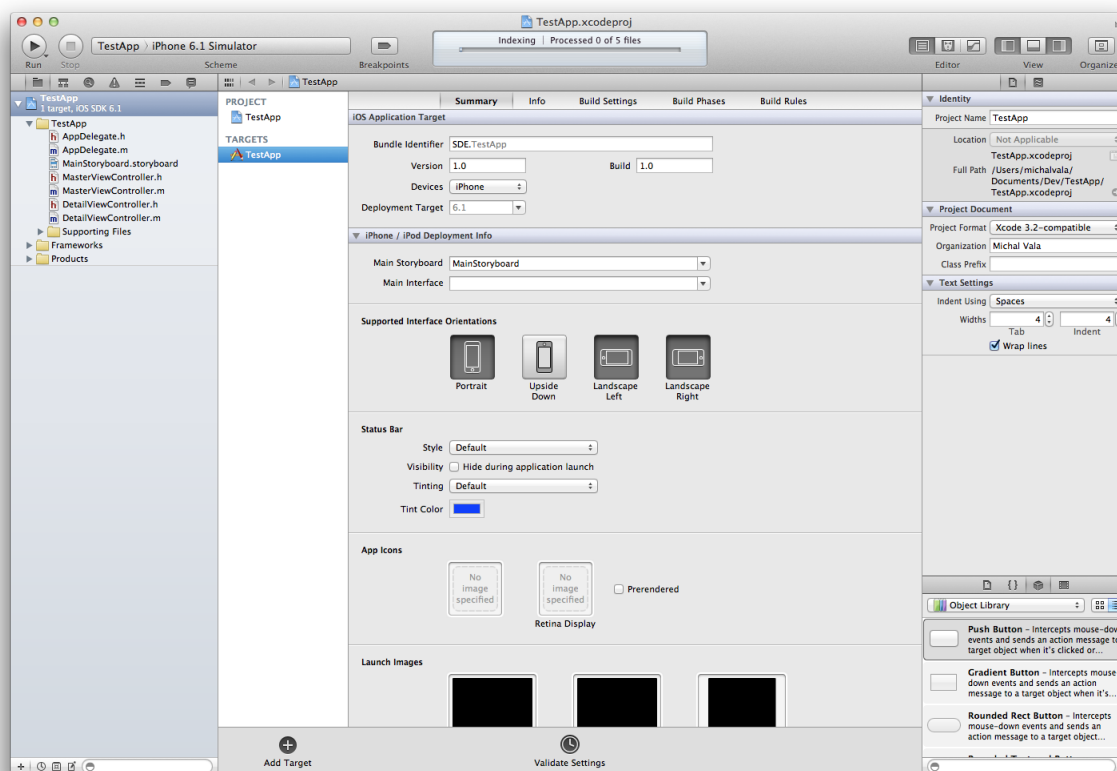
Obr. 20 Ukázka kódu třídy v Objective-C

Pro vývoj Apple poskytuje vývojové prostředí Xcode. To je dostupné zdarma a jeho součástí jsou i ladící nástroje či simulátor iPhone. Vývoj GUI je možný pomocí grafického nástroje a pouhým přetahováním myši se dá vytvořit kompletní GUI aplikace včetně sledu obrazovek. Pro hlubší konfiguraci jednotlivých prvků je ovšem nutno zasáhnout do zdrojového kódu. Pro ukázkovou aplikaci byla zvolena tzv. „Master-Detail“ aplikace. Ta se v základu skládá z vertikálního seznamu a detailu každého prvku v něm. Do detailu byly pro ukázkou naskládány některé ovládací prvky. Výslednou podobu včetně náhledu prostředí Xcode zobrazuje Obr. 21. Aplikace se skládá ze dvou tzv. „View Controllerů“, jedním obsluhujícím seznam a druhý detail. Ve vývoji v Objective-C je často využíván návrhový vzor „Delegát“, který je zde použit v podobě „AppDelegate“ a obsluhuje hlavní události aplikace jako přesun na pozadí či popředí a podobně. V neposlední řadě je zde tzv. „Storyboard“, který obsahuje informace právě o GUI a návaznosti jednotlivých obrazovek. Je na vývojáři zda jej bude

využívat, nebo vše obstará v kódu. Na Obr. 21 probíhá editace GUI. V pravé dolní části se nachází jednotlivé prvky, které můžeme přetažením myši umístit na plátno. Na tom je zobrazen i sled jednotlivých obrazovek.



Obr. 21 Prostředí Xcode s iPhone simulátorem, na kterém běží ukázková aplikace



Obr. 22 Nastavení některých vlastností aplikace v Xcode

Xcode je bezesporu kvalitní vývojové prostředí. V textovém režimu rychle doplňuje a nabízí možnosti rozepsaného příkazu. K ladění aplikace lze mimo klasických tzv. „breakpointů“ použít i řadu dalších nástrojů kolem Xcode. Důležitým softwarem může být „Instruments“. Tím je možné sledovat hardwarové prostředky telefonu při spuštění aplikace jako vyžití procesoru, paměti, disku a především alokování a uvolňování paměti.[84] Pro testování může sloužit simulátor iPhone, který se ovšem může chovat lehce odlišně při správě paměti. Při testování lokalizačních služeb může být simulátor lepším nástrojem než fyzické zařízení. Lze si u něj nastavit libovolné GPS souřadnice a simulovat například jízdu na kole či autem. Kvalitní je i rozsáhlá dokumentace, která uvádí příklady použití a je dobře pospojovaná odkazy. Dojem kazí webové portály „iTunes Connect“ a „Member Center“, které působí velmi nekonzistentně, statistiky nejsou příliš přehledné, aplikaci je nutné při spravovat na obou portálech a podobně.

4.2 Multiplatformní vývoj

Při současné situaci, kdy trh ovládá více mobilních operačních systémů, vývojáři musí řešit otázku na jakou platformu budou vyvíjet či jich chtějí pokrýt více. Při nativním vývoji to znamená implementovat celý software znovu v jiném jazyce a pomocí jiných knihoven. To vede k větším časovým nárokům a tím i vyšším finančním nákladům. Právě kratší čas a nižší náklady jsou jedním z důvodů proč vznikají tyto technologie.[85] Kód totiž stačí napsat pouze jednou a technologie se postará o běh na více platformách. Nevýhodou je především nižší výkon, který se s nativní aplikací nemůže rovnat. Mezi multiplatformní frameworky patří například RhoMobile, Appcelerator, WidgetPad či PhoneGap.[86] Právě posledně jmenovaný byl zvolen pro vzorový příklad.

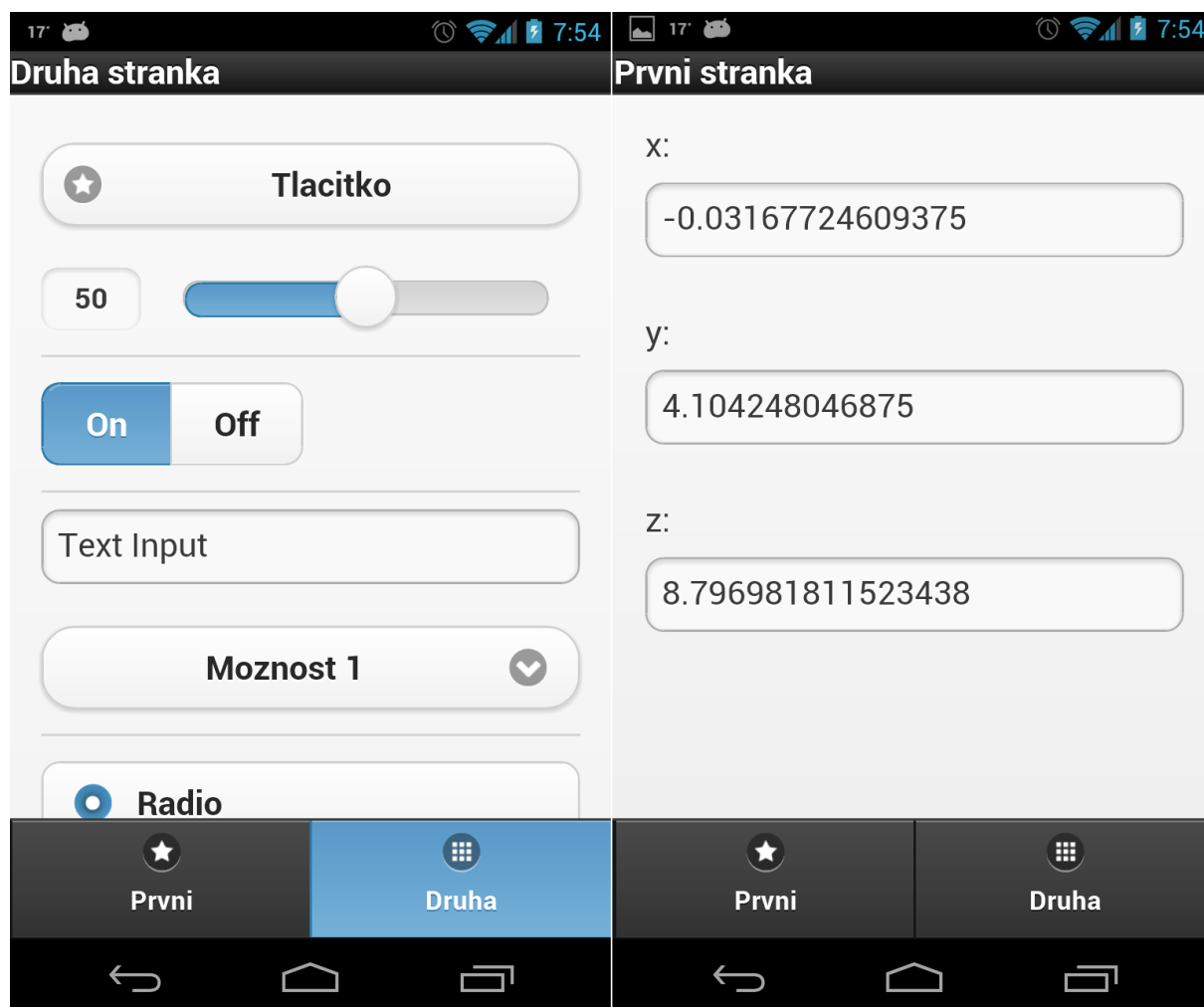
PhoneGap je v jádře nativní aplikace zobrazující webové okno, které obsahuje lokálně uloženou webovou stránku. Vývoj probíhá v technologiích HTML, CSS a JavaScript. Zdrojové kódy jsou zkompileovány společně s jádrem PhoneGap a je tak vytvořena nová aplikace. Pro překlacení na jinou platformu je nutné pro daný systém kód znovu zkompileovat se stejnými zdrojovými kódy webové stránky. Přístup k hardwarovému či systémovému vybavení zařízení probíhá pomocí zpětných volání v JavaScriptu. Může jít například o kameru, geolokaci, notifikace či adresář kontaktů a dostupná je i řada doplňků.[88] Všechny dostupné funkce popisuje kvalitní dokumentace včetně vzorových příkladů.[87] Vývoj PhoneGapu probíhá velmi rychle, v roce 2012 bylo uvolněno 12 stabilních verzí. V současné době podporuje systémy iOS, Android, BlackBerry, WebOS, WindowsPhone 7 a 8, Symbian a Bada.

Jelikož je aplikace PhoneGapu klasická webová stránka, je možné použít různé JavaScript či CSS frameworky. Jedním z nich je jQuery Mobile, který je použit v ukázkové aplikaci. Byl vytvořen cíleně pro mobilní zařízení a rozšiřuje původní jQuery o specifické možnosti, především přepínání jednotlivých obrazovek aplikace a rozpoznávání gest, a obsahuje i grafické prvky v podobě CSS stylů.

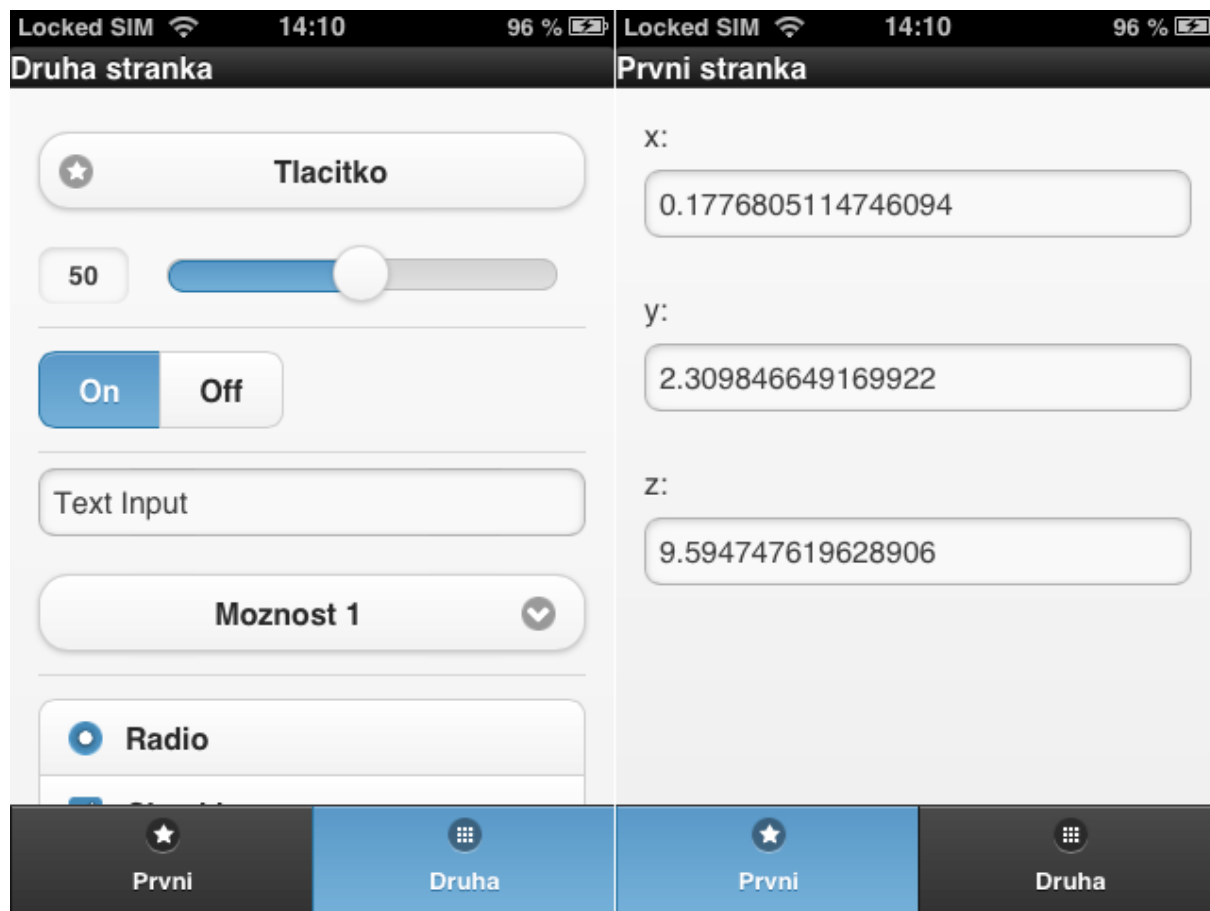
Ukázková aplikace je vytvořena pro Android a portována na iOS. K vytvoření nového aplikace jsou ve staženém balíku připraveny skripty pro vytvoření nového projektu. U OS Android je nutné mít nainstalované prostředí Java, stažené Android SDK a správně nakonfigurované systémové proměnné. Po spuštění skriptu se na požadovaném místě vytvoří adresářová struktura se vším co je k začátku vývoje potřeba. V adresáři „assets/www“ se nachází domovský adresář webové aplikace. Do projektu byly přidány a nalinkovány soubory knihoven jQuery a jQuery Mobile. V aplikaci se nacházejí dvě stránky. Na první z nich je ukázána schopnost navázat hardwarovou událost. Demonstruje ji zobrazení natočení přístroje ve všech třech osách. Na druhé stránce jsou zobrazeny grafické podoby některých formulářových prvků. Každá stránka je samotný „div“, který obsahuje parametr „data-role“

nastavený na „page“ a jeho id se rovná názvu stránky. Když chceme na stránku přepnout, stačí v tagu „a“ nastavit „href“ na znak # následovaný id požadované stránky a po kliknutí na odkaz je stránka automaticky přepnuta. Toho je využito v tabové liště na spodní straně obrazovky, která používá atribut „data-role“ nastavený na hodnotu „footer“.

Pro využití akcelerometru jsou na první stránce přichystány tři textová pole, do kterých se bude zapisovat natočení. V hlavním souboru „index.js“ je nutné odchytnout událost „deviceready“, která je vyvolána v momentě, kdy jsou aplikace a zařízení připraveny. Potom je zavolána vlastní funkce „getAcceleration“, která zažádá od současné natočení a jako parametry se jí předají funkce při úspěšném a neúspěšném pokusu. Dále je nastaven časovač s intervalem 500ms pro rekurzivní zavolání. V případě úspěchu je zavolána funkce „onSuccess“, která přijímá jeden parametr s výsledky nazvaný „acceleration“. Ten obsahuje čtyři vlastnosti. Osy „x“, „y“, „z“, ty jsou zapsány do připravených polí, a čas „timestamp“. Na druhé stránce jsou ukázány některé formulářové a jiné prvky s využitím grafického tématu jQuery Mobile. Patří mezi ně seznam, tlačítko, textové pole, přepínač a další. Pro lepší názornost poslouží Obr. 23. Port aplikace na iOS je velmi snadný. Stačí opět přiloženým skriptem vytvořit nový projekt a překopírovat obsah adresáře „www“. Výsledek je vidět na Obr. 24.



Obr. 23 Ukázková multiplatformní aplikace vytvořená ve PhoneGap běžící na Android.



Obr. 24 Ukázková multiplatformní aplikace pro srovnání na iOS.

Pro webového vývojáře by neměl být problém vytvořit podobnou aplikaci. Celý „frontend“ aplikace využívá standardní prvky HTML5. Tlačítko je standardní „button“, tzv. „slider“ pod ním je „input“ s parametrem „type“ nastavený na „range“ a definovanou maximální a minimální hodnotou. „Radio button“ s možnostmi „on“ a „off“ představují přepínač, textové pole je klasický „input“ s typem „text“ a rozbalovací lišta je „select“ s možnostmi „option“. Grafickou podobu jim dodává framework jQuery mobile, který pracuje se speciálními parametry v každém z podporovaných HTML tagů.

5 Závěr

Mobilní zařízení jsou v současnosti na vzestupu na úkor stolních počítačů a trend naznačuje, že v příštích letech tomu nebude jinak. Nastává otázka jak dlouho vydrží v současné podobě, kterou odstartoval iPhone teprve před šesti lety. Snadno tak může přijít nová technologie, ať už v podobě brýlí Google Glass, či čehokoliv jiného a nastolit nový trend, který se během pár let stane zcela běžnou a dostupnou záležitostí. Tyto nové vynálezy budou téměř určitě využívat jiných uživatelských rozhraní než jaké jsou dnes běžné. Může jít například o hlas, pohyby oka, sledování činnosti mozku nebo klidně i něco jiného, co si v současnosti nedokážeme představit. Teď je ale éra dominantních displejů, které jsou součástí našich mobilních telefonů a tabletů. Na trhu je velká konkurence a na tom těží běžný uživatel. Výrobci se předhánají v nejlepší výbavě, nejintuitivnějším a nejprehlednějším GUI či nízké ceně.

Historie mobilních zařízení přinesla řadu zajímavých a nadčasových technologií, které jsou ve svých modernizovaných podobách používány dodnes. Může jít například o „tablet“ Apple Newton, který sice v roce 1993 příliš úspěchů nesklidil, přitom dnes je Apple se svým tabletem iPad velmi úspěšný, i když princip zůstal víceméně zachován. První „smartphone“ IBM Simon byl již v roce 1994 plně ovládán přes dotykový displej. Tento způsob interakce se ale příliš neuchytil a jeho reinkarnace nastala až v roce 2007 s příchodem iPhone. Podobných případů by se jistě našlo více.

Mezi mobilními operačními systémy dlouho kraloval dnes již mrtvý Symbian, který vychází z revolučního a zřejmě i prvního skutečně mobilního operačního systému EPOC, respektive z jeho novější verze EPOC32. V současné době má každý bohatý výběr a může volit mezi perfektní odladěností a kvalitními aplikacemi na iOS, vysokou konfigurovatelností a téměř neomezenými možnostmi Androidu, vysokou rychlostí a efektivitou BlackBerry, či čistým jednotným designem WindowsPhone. Objevují se i nové systémy, které často vsázejí na moderní technologie, především HTML5. Jde například o Firefox OS či Ubuntu Touch. Z hlediska GUI jsou místy vidět vzájemné inspirace v podobě ikon, widgetů, gest a podobně. Výsledný zážitek je ale u každého systému odlišný.

Klíčovým prvkem platform jsou aplikace třetích stran. Především jejich kvalita, ale také kvantita. Vývoj pro iOS je na poměrně vysoké úrovni. Využívá se zde programovací jazyk Objective-C, který je plně kompatibilní s C, což přináší značné výhody. Moderní vývojové prostředí Xcode a kvalitní ladící nástroje včetně simulátoru přístrojů iPhone a iPad zvyšují pohodlí vývojáře. To trochu sráží nejednotné webové portály pro správu aplikací včetně nepřehledných statistik.

Pro rychlejší vývoj na více platform současně existují multiplatformní vývojové frameworky. Mezi takové patří PhoneGap, který využívá webové technologie, především zpětné volání v JavaScriptu, pomocí kterých komunikuje s hardwarem zařízení. Multiplatformní vývoj má své výhody, především v rychlosti vývoje, ale i nevýhody například v nižším výkonu a pomalejší odezvě. Pro řadu aplikací, ale může jít o dobrou volbu. Volba je na vývojáři, možnosti jsou otevřené.

Ve své bakalářské práci jsem poskytl přehled historie a nejpoužívanějších systémů a jejich GUI včetně vývoje aplikací pro některé z nich. Může tak sloužit pro potenciální vývojáře, kteří se o mobilní aplikace zajímají. V budoucnu bych se rád věnoval vývoji her, jelikož si myslím, že toto téma bude vždy aktuální a zábavní průmysl na mobilních zařízeních tu bude stále, ať už na mobilních telefonech, či nových technologiích které je nahradí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HEROUT, Pavel. *Učebnice jazyka C*. 6. vyd. České Budějovice: Kopp, 2009, 271, viii s. ISBN 9788072323838.
- [2] KOCHAN, Stephen G. *Objective-C 2.0: výukový kurz programování pro Mac OS X a iPhone*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 550 s. ISBN 9788025126547.
- [3] Symbian - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-06]. Wikipedie : otevřená encyklopedie. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian_OS#History>
- [4] Symbian Foundation - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian_Foundation>
- [5] Symbian - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian_OS#Symbian_UI_variations_and_platforms>
- [6] Symbian - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian%5E3#Version_history>
- [7] EPOC (operating system) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/EPOC_\(operating_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/EPOC_(operating_system))>
- [8] Symbian - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian_OS#User_interface>
- [9] Series 80 (software platform) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Series_80_\(software_platform\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Series_80_(software_platform))>
- [10] UIQ - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/UIQ#List_of_some_UIQ_2.x_Phones_and_its_Version>
- [11] UIQ Technology - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/UIQ_Technology>
- [12] UIQ - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/UIQ>>
- [13] S60 (software platform) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-09]. Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/S60_\(software_platform\)](http://en.wikipedia.org/wiki/S60_(software_platform))>
- [14] Symbian - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-09]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian%5E3#Symbian_version_comparison>
- [15] BlackBerry OS version history - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/BlackBerry_OS_version_history>
- [16] BlackBerry Storm - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/BlackBerry_Storm>
- [17] SULAEMAN, Imam. The History of BlackBerry OS [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <<http://www.articlesbase.com/operating-systems-articles/the-history-of-blackberry-os-5544341.html>>
- [18] Windows Mobile - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile#History>
- [19] List of Pocket PC Devices - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile#Hardware>
- [20] List of Pocket PC Devices - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Pocket_PC_Devices>
- [21] Windows Phone - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Phone>
- [22] Android (operating system) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)#History](http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)#History)>
- [23] Designing for different screen sizes - BlackBerry Developer[online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z WWW: <http://developer.blackberry.com/design/bb10/screen_sizes.html>
- [24] Gestures - BlackBerry Developer[online]. [cit. 2013-04-18]. Dostupné z WWW: <<http://developer.blackberry.com/devzone/design/bb10/gestures.html>>
- [25] Active Frames - BlackBerry Developer[online]. [cit. 2013-04-18]. Dostupné z WWW: <http://developer.blackberry.com/devzone/design/bb10/active_frames.html>

- [26] BlackBerry Z10 Support - How To Demo BlackBerry Z10 Smartphone Help 101 [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://demos.blackberry.com/blackberry-z10/na/us/gen/how-to/Your-BlackBerry-Z10/BlackBerry-Z10-Overview/Smartphone-Interface/index.html>>
- [27] Application icons - BlackBerry Developer [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z WWW: <http://developer.blackberry.com/devzone/design/bb10/application_icons.html>
- [28] BlackBerry Z10 Support - How To Demo BlackBerry Z10 Smartphone Help 101 [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://demos.blackberry.com/blackberry-z10/na/us/gen/how-to/Your-BlackBerry-Z10/BlackBerry-Z10-Overview/BlackBerry-Hub/index.html>>
- [29] BlackBerry Z10 Support - How To Demo BlackBerry Z10 Smartphone Help 101 [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://demos.blackberry.com/blackberry-z10/na/us/gen/how-to/Your-BlackBerry-Z10/BlackBerry-KeyBoard/Typing-Basics/index.html>>
- [30] Typography - BlackBerry Developer [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://developer.blackberry.com/devzone/design/bb10/typography.html>>
- [31] BlackBerry Z10 Support - How To Demo BlackBerry Z10 Smartphone Help 101 [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://demos.blackberry.com/blackberry-z10/na/us/gen/how-to/Browser/Browse-The-Web/Browser-Basics/index.html>>
- [32] Platform Choice - BlackBerry Developer [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <http://developer.blackberry.com/develop/platform_choice/index.html>
- [33] SHIESSER, Tim. Here are the Windows Phone 8 hardware requirements - Neowin [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.neowin.net/news/here-are-the-windows-phone-8-hardware-requirements>>
- [34] List of Windows Phone devices - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Windows_Phone_devices>
- [35] Windows 8 - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_8#Tablets_and_convertibles>
- [36] Windows Phone - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Phone#User_interface>
- [37] Iconic Tile template for Windows Phone 8 [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/en-US/library/windowsphone/develop/jj207009\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-US/library/windowsphone/develop/jj207009(v=vs.105).aspx)>
- [38] Flip Tile template for Windows Phone 8 [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/en-US/library/windowsphone/develop/jj206971\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-US/library/windowsphone/develop/jj206971(v=vs.105).aspx)>
- [39] 'Things I wish I learned about Live Tiles a little earlier' :: Geoff's Blog [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.opinionatedgeek.com/Blog/BlogEntry=000554/BlogEntry.aspx>>
- [40] Cycle Tile template for Windows Phone 8 [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/jj207036\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/jj207036(v=vs.105).aspx)>
- [41] App submission requirements for Windows Phone [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop/hh184844%28v=vs.105%29.aspx>>
- [42] First look at Windows Phone [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/library/windowsphone/design/hh202905\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/library/windowsphone/design/hh202905(v=vs.105).aspx)>
- [43] Windows Phone Dev Center [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://dev.windowsphone.com/en-us/design>>
- [44] First look at Windows Phone [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/library/windowsphone/design/hh202905\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/library/windowsphone/design/hh202905(v=vs.105).aspx)>
- [45] Windows Phone Dev Center [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://developer.windowsphone.com/en-us/design/principles>>
- [46] Theme design decisions for Windows Phone [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/library/windowsphone/design/hh202878\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/library/windowsphone/design/hh202878(v=vs.105).aspx)>
- [47] Interactions and usability with Windows Phone [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z WWW: <[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/design/hh202889\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/design/hh202889(v=vs.105).aspx)>
- [48] Metro (design language) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Metro_Design_Language#Principles>
- [49] Metro (design language) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-25]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Metro_Design_Language>

- [50] Metro (design language) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-25]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Metro_Design_Language#Principles>
- [51] Metro (design language) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-25]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Metro_Design_Language#Legal_issues>
- [52] Metro (design language) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-26]. Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system))>
- [53] Android (operating system) - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-04-27]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/get-started/ui-overview.html#system-bars>>
- [54] UI Overview | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-27]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/guide/topics/ui/notifiers/notifications.html>>
- [55] Notifications | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/style/themes.html>>
- [56] Action Bar | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/patterns/actionbar.html>>
- [57] Spinners | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/building-blocks/spinners.html>>
- [58] Supporting Multiple Screens | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <http://developer.android.com/guide/practices/screens_support.html#overview>
- [59] Iconography | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/style/iconography.html>>
- [60] Backwards Compatibility | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/patterns/compatibility.html>>
- [61] Lists | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/building-blocks/lists.html>>
- [62] Metrics and Grids | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/style/metrics-grids.html>>
- [63] Typography | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/style/typography.html>>
- [64] Writing Style | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/style/writing.html>>
- [65] Navigation with Back and Up | Android Developers [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://developer.android.com/design/patterns/navigation.html>>
- [66] iPhone - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/IPhone#Screen_and_input>
- [67] iPad - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ipad#Screen_and_input>
- [68] iPhone User Guide [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z WWW: <http://manuals.info.apple.com/en/iphone_user_guide.pdf>
- [69] iOS Human Interface Guidelines: Custom Icon and Image Creation Guidelines [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/userexperience/conceptual/mobilehig/IconImages/IconImages.html>>
- [70] View Programming Guide for iOS: View and Window Architecture [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z WWW: <http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/WindowsViews/Conceptual/ViewPG_iPhoneOS/WindowsandViews/WindowsandViews.html#//apple_ref/doc/uid/TP40009503-CH2-SW15>
- [71] iOS Human Interface Guidelines: Platform Characteristics [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z WWW: <http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/userexperience/conceptual/mobilehig/Characteristics/Characteristics.html#//apple_ref/doc/uid/TP40006556-CH7-SW6>
- [72] HAMILTON, Kira. iPhone Development 101: The Status Bar [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://www.idv101.com/code/User_Interface/StatusBar.html>

- [73] iOS: Understanding Notifications [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <<http://support.apple.com/kb/HT3576>>
- [74] iOS App Programming Guide: App States and Multitasking [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/iPhone/Conceptual/iPhoneOSProgrammingGuide/ManagingYourApplicationsFlow/ManagingYourApplicationsFlow.html#//apple_ref/doc/uid/TP40007072-CH4-SW20>
- [75] iOS Human Interface Guidelines: iOS UI Element Usage Guidelines [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/UIElementGuidelines/UIElementGuidelines.html#//apple_ref/doc/uid/TP40006556-CH13-SW33>
- [76] HAMILTON, Kira. iPhone Development 101: Sizes of iPhone UI Elements [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z WWW: <http://www.iddev101.com/code/User_Interface/sizes.html>
- [77] iOS Developer Program - Apple Developer [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<https://developer.apple.com/programs/ios/>>
- [78] Average App Store Review Times [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<http://reviewtimes.shinydevelopment.com/>>
- [79] Objective-C - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Objective-C>>
- [80] Objective-C - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Objective-C#Messages>>
- [81] Objective-C - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <https://en.wikipedia.org/wiki/Objective-C#Interfaces_and_implementations>
- [82] Objective-C - Wikipedia, the free encyclopedia [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Objective-C#Instantiation>>
- [83] CHENG, Calvin. Property attributes in Objective-C - Calvin's [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.calvinx.com/2012/06/16/property-attributes-in-objective-c/>>
- [84] Instruments User Guide: About Instruments [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<http://developer.apple.com/library/mac/#documentation/DeveloperTools/Conceptual/InstrumentsUserGuide/Introduction/Introduction.html>>
- [85] PARKER, Joseph. Pros and cons of cross-platform mobile app development tools | TechRepublic [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.techrepublic.com/blog/app-builder/pros-and-cons-of-cross-platform-mobile-app-development-tools/2379>>
- [86] O'DELL, Jolie. 5 Cross-Platform Mobile Development Tools You Should Try [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<http://mashable.com/2010/08/11/cross-platform-mobile-development-tools/>>
- [87] PhoneGap API Documentation [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<http://docs.phonegap.com/en/2.7.0/index.html>>
- [88] phonegap/phonegap-plugins · GitHub [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z WWW: <<https://github.com/phonegap/phonegap-plugins>>